

заточуванні свердла, аналіз потоку МОР

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 07.03.2019

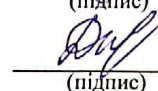
Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Синтез конструкції свердла	18.03.2019	Дод
2.	Робоче креслення свердла	11.04.2019	Дод
3.	Представлення операцій мех.вир.	25.04.2019	Дод
4.	Визначення установчих парам.	14.05.2019	Дод
5.	Аналіз потоку МОР	23.05.2019	Дод

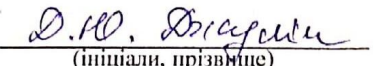
Студент


(підпис)

Керівник проекту


(підпис)


(ініціали, прізвище)


(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.А.Пасічник

Від " " 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	свердло корончатє ; калатиним твердо-стальним пластинами
Зміст проекту	Розроблення конструкції та технології виготовлення корончатого свердла
Технічні умови до проекту	<ol style="list-style-type: none"> 1. Оброблюваний матеріал - сталь 40 2. Параметри оброблюваних поверхонь: <ul style="list-style-type: none"> - зовнішній діаметр отвору 55 мм; - глибина свердління 50 мм; - шорсткість поверхні Ra 3,2; - точність Н9 3. Кріплення пластин в корпусі - пайка 4. Матеріал корпусу - 9ХС; 5. Матеріал пластин - Т5К10; 6. Внутрішнє підведення МОР
Особливі вимоги	

ЛІСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Синтез конструкції корончатого свердла
ОП	Робоче креслення та 3D-модель корончатого свердла
ТС	Ескізи технологічних операцій: токарна обробка зовнішньої поверхні; фрезерування паців, зовнішнє шліфування шостовика, заточування пластини
СК	Пристосування для фрезерування паців під пластини
СП	Визначення установчих параметрів для заточування інструменту
НУ	Аналіз потону мастильно-охолоджувальної рідини
Студент <u>Горун Коул</u> дата <u>"07" 03</u> 20 <u>19</u> р. Викладач <u>Викладач</u> дата <u>"07" 03</u> 20 <u>19</u> р.	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
 ОП – об'єкт проектування.
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
 СП – спеціальна складова.
 НУ – наукова складова.

АНОТАЦІЯ

Метою дипломного проекту є розробка корончатого свердла, для обробки сталевих заготовок. В результаті проведеного аналізу конструктивних елементів свердел, методів закріплення їх на верстаті, способів стружковідведення та особливостей оброблення сталей був обраний найбільш оптимальний варіант.

Розроблена технологія виготовлення корончатого свердла. Розраховані припуски, режими різання для використовуваних інструментів. Розробка пристосування та його удосконалення для фрезерування пазів під пластини, стружковивідних та перехідних канавок. Інструмент був змодельований в програмі Inventor.

Ключові слова: корончатє свердло, свердління, мастильно-охолоджувальна рідина (МОР), твердосплавні пластини, верстат з ЧПК.

SUMMARY

The purpose of the diploma project is the development of a annular cutter, for the processing of steel billets. As a result of the analysis of the design elements of annular cutter, methods of fixing them on the machine, methods of chip removal and features of steel processing, the most optimal option was chosen.

The technology of manufacturing annular cutter is developed. Estimated tolerances, cutting modes for the tools used. Development of the device and its improvement for milling slots for plates, chip and transition grooves. The tool was modeled in the Inventor program.

Key words: annular cutter, drilling, lubricating coolant (coolant), carbide inserts, CNC machine.

АННОТАЦИЯ

Целью дипломного проекта является разработка корончатого сверла для обработки стальных заготовок. В результате проведенного анализа конструктивных элементов сверл, методов закрепления их на станке, способов стружкоотведения и особенностей обработки сталей был выбран наиболее оптимальный вариант.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Разработана технология изготовления корончатого сверла. Рассчитаны припуски, режимы резания для используемых инструментов. Разработка приспособления и его усовершенствования для фрезеровки пазов под пластины, стружечных и переходных канавок. Инструмент был смоделирован в программе Inventor.

Ключевые слова: корончатое сверло, сверление, смазывающе-охлаждающая жидкость (СОЖ), твердосплавные пластины, станок с ЧПУ.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Огляд конструкцій та аналіз корончатих свердел.....	6
1.1 Аналіз конструкцій корончатих свердел.....	6
1.2 Вибір та обґрунтування конструкції корончатого свердла.....	10
2 Проектний розрахунок корончатого свердла.....	12
2.1 Вихідні дані.....	12
2.2 Вибір та обґрунтування матеріалу корончатого свердла.....	12
2.3 Визначення та обґрунтування оптимальних геометричних параметрів кутів загострення різальних пластин.....	13
3 Технологія виготовлення корончатого свердла.....	18
3.1. Вибір типу заготовки та методу її одержання.....	18
3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	18
3.3 Розрахунок режимів різання.....	20
3.4 Оптимізація технологічного процесу.....	25
3.4.1 Технологічні процеси виготовлення.....	27
3.4.2 Оцінка маршрутів виготовлення свердла за логічними критеріями.....	29
3.5 Визначення оптимального технологічного процесу.....	37
3.6 Маршрут обробки корпусу інструмента.....	42
4 Пристосування для виготовлення інструменту.....	48
4.1 Пристосування для фрезерування стружковивідних, перехідних канавок та пазів під пластини	48
4.2 Розрахунок похибки базування та сили затиску.....	49
5 Визначення установчих параметрів для заточування інструменту.....	52
6 Аналіз потоку мастильно-охолоджувальної рідини.....	59
Список використаних джерел.....	61
Додатки.....	62

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коцун Ю. В.			Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Джвлій Д. Ю.					2	
Реценз.						ММІ, НТУУ «КПІ ім. І Сікорського»		
Н. Контр.								
Затверд.								

ВСТУП

Корончатє свердло – багатозубий інструмент, що використовується головним чином для утворення отворів великих діаметрів та глибиною до 500 мм. Даний тип свердла застосовується на універсальному обладнанні із підведенням мастильно-охолоджувальної рідини. В порівнянні з іншими видами свердел корончатє свердло має ряд переваг особливо при свердлінні великих діаметрів, оскільки дозволяє підвищити продуктивність праці за рахунок зйому матеріалу лише по контуру, а не по всій площині отвору. Отримане осердя, що залишає по собі свердло при наскрізному свердлінні може використовуватись в якості заготовки. Відмінною рисою конструкції даного інструменту є пологий циліндричний корпус на торці робочої частини якого розташовані різальні елементи (зуби) кількість яких коливається зазвичай в залежності від діаметру від 3 до 12.

Дані свердла виготовляються двох типів: зі швидкорізальної сталі та зі звичайної сталі з твердосплавними напайками. Останній дозволяє обробляти більш тверді матеріали при більш високих швидкостях в порівнянні з першими. Також корончаті свердла можуть мати захисне покриття різальних поверхонь, що дозволяє підвищити довговічність та зносостійкість інструменту.

Задля покращення процесу обробки даним інструментом вдаються до використання різних схем різання при його проектуванні, серед яких: схема, що забезпечує ділення ширини різання, комбінована схема і схема, що забезпечує ділення подачі. Кожна зі схем має свої переваги та недоліки. Умови обробки інструментом сконструйованим, наприклад, за першою схемою ускладнені, оскільки при повній ширині зрізу стружка своїми торцями дотикається до бічних поверхонь отвору, що ускладнює її відведення із зони різання. Тому найбільш широкого використання набуває комбінована схема різання, при якій відбувається ділення ширини різання і подачі між окремими зубами.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ТА АНАЛІЗ КОРОНЧАТИХ СВЕРДЕЛ

1.1 Аналіз конструкцій корончатих свердел

При виборі свердла для свердління великих діаметрів, коли питання раціональності вирішено на користь корончатого свердла, постає проблема вибору конструкції та матеріалу інструменту. Попри запевнення виробників щодо унікальності та універсальності їх виробів, необхідно, керуючись розумінням процесу різання та вимогам, що до нього висуваються, вміти обирати відповідний інструмент.

Корончаті свердла, які за конструкцією їх робочої частини також називають кільцевими фрезами, головним чином поділяються на монолітні та збірні. Суцільні виготовляють, як правило, зі швидкорізальної сталі. Складені ж являють собою металевий корпус, оснащений пластинами з твердого сплаву, які кріпляться до корпусу за допомогою пайки.

Суцільні свердла зі швидкорізальної сталі можна також умовно поділити на товстостінні, зазвичай зі стружковими канавками та тонкостінні для малоточного ручного інструменту.

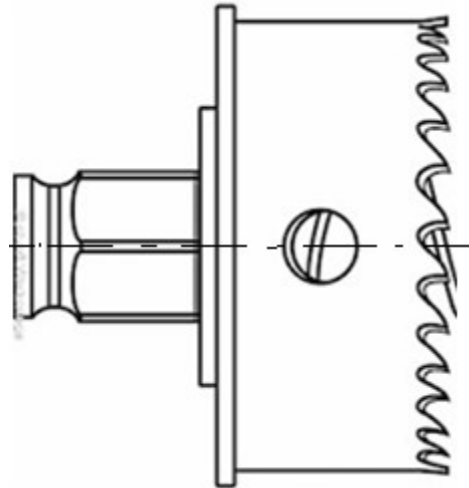


Рис. 1.1 Корончате свердло фірми Bosch

На рисунку 1.1 зображене біметалеве свердло на основі швидкорізальної сталі із вмістом 8% кобальту для підвищення зносостійкості та витривалості при обробці [1]. Попри доступну ціну та простоту у використанні дане свердло має ряд суттєвих недоліків. Відсутність стружкових канавок, які змогли б забезпечити стружковідведення,

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обумовлена малою товщиною стінки, що дозволяє мінімізувати товщину різку і водночас впливає на жорсткість інструменту. Тому така конструкція є виправданою лише при свердлінні тонкого металу товщиною до 4 мм. В даній моделі інструменту не передбачене внутрішнє підведення мастильно-охолоджувальної рідини (МОР), що значно ускладнює тепловідведення та знижує експлуатаційні характеристики. Шестигранний хвостовик дозволяє закріплювати інструмент в стандартних патронах, якими комплектується ручний інструмент, зокрема дріль, перфоратор тощо. В той же час чекати високої точності під час обробки від свердла з таким хвостовиком не доводиться, оскільки така його форма не забезпечує необхідної співвісності по відношенню до різальних елементів.

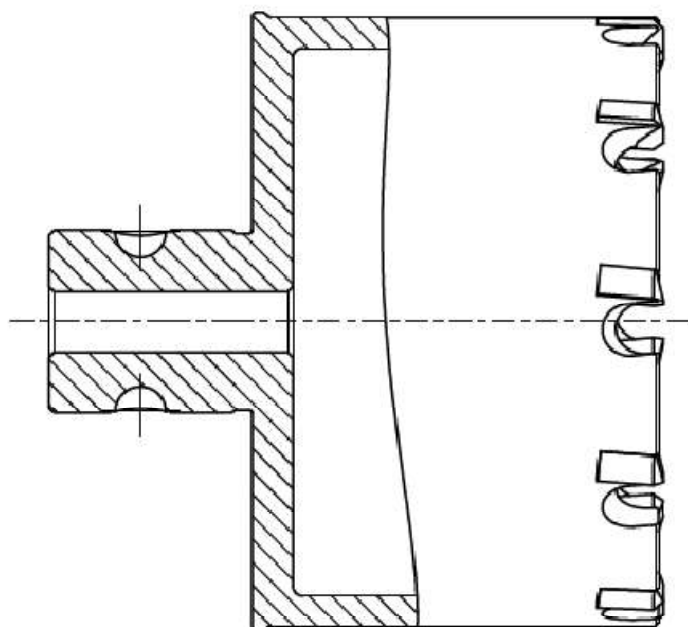


Рис. 1.2 Корончатє свердло з твердосплавними напайними пластинами фірми Fein

Свердло, представлене на рисунку 1.2 на відміну від попереднього має жорсткішу конструкцію за рахунок більшої товщини стінки. Оснащене напайними пластинами з твердого сплаву, як правило на вольфрамо-кобальтовій основі, які дозволяють працювати в більш жорстких умовах та з більш твердими матеріалами. Дану модель свердла використовують, як правило для свердління труб та металевих листів товщиною до 4 мм [2]. Це

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зумовлено тим, що відведення стружки є ускладненим через відсутність стружкових канавок. За рахунок отвору в хвостовику для підведення МОР інструмент має напрочуд гарне тепловідведення, оскільки рідина не розбризкується і потрапляє безпосередньо в зону різання, виконуючи також мастильні функції. Зовнішня поверхня хвостовика є шліфованою та має спеціальні канавки. Такі елементи кріпильної частини на свердлі передбачають використання спеціального патрону QuickIN, який не тільки зменшує витрати часу на встановлення, але і допомагає точно зорієнтувати інструмент відносно осі шпинделя верстату.

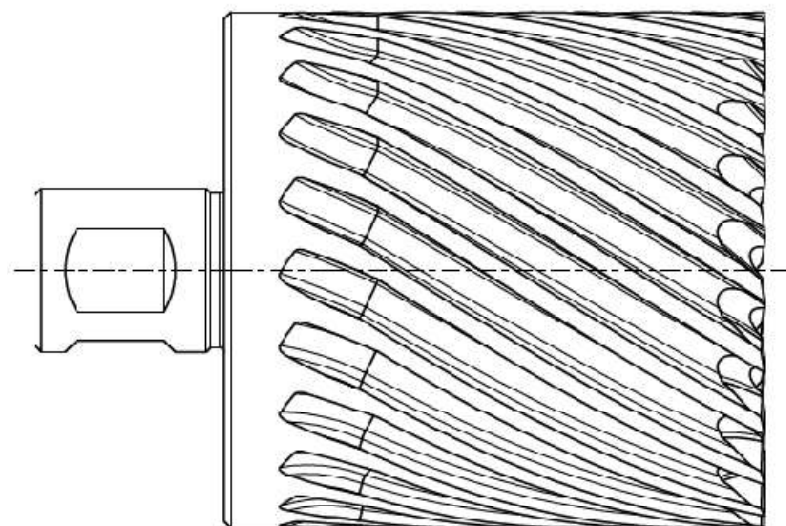


Рис 1.3 Свердло корончатє фірми Ruko

Наступне кільцеве свердло за рахунок стружкових канавок, які розташовані на її зовнішній поверхні по всій довжині робочої частини, дозволяє обробляти деталі товщиною до 50 мм (Рис. 1.3). Високоміцна швидкорізальна сталь, що використовується при виготовленні інструменту, дозволяє значно розширити спектр оброблюваного матеріалу, яким можуть бути: сталь (звичайна та нержавіюча) з границею текучості $<1200 \text{ Н/мм}^2$, алюміній, латунь, пластмаси [3]. Підведення МОР, як і в попередній моделі свердла передбачено через отвір в хвостовику, в який вставляється штифт і

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконує одночасно три функції: центрування свердла по розмітці, відкриття та закриття подачі МОР і виштовхування матеріалу-відходу з внутрішньої порожнини інструменту, що неодмінно залишатиметься при наскрізному свердлінні заготовки. Лиски на шліфованому хвостовику передбачають використання спеціального конектора, що має назву Weldon. Даний спосіб з'єднання свердла з верстатом хоч і не поступається в точності центрування попередньому, але вимагає більше часу на встановлення та налаштування, позаяк інструмент в патроні затискається гвинтами, що опираються на фрезеровані площадки. Тим не менш даний тип хвостовика на сьогоднішній день є найбільш розповсюдженим виконанням серед виробників, оскільки свердлильні верстати для свердел даного типу в більшості своїй оснащені відповідним патроном. Такі хвостовики бувають двох діаметрів: Weldon19 - 19мм в діаметрі, використовується для кільцевих свердел з діаметральними розмірами робочої частини від 12 до 60 мм та Weldon32-32 мм, відповідно для фрез від 60 мм і вище.

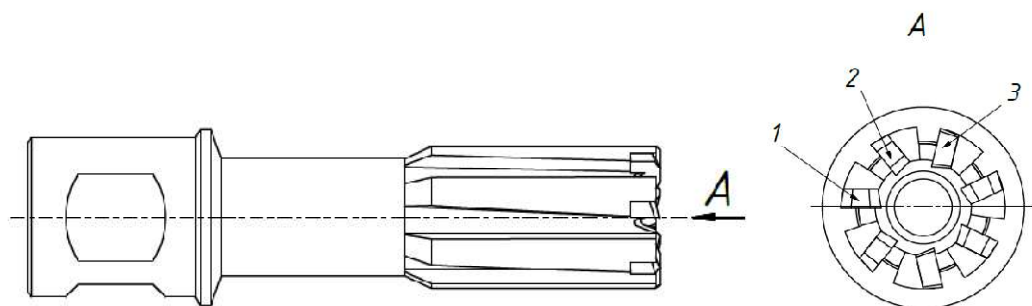


Рис. 1.4 Рейкове корончатє свердло фірми Karnasch

Свердло на рисунку 1.4 призначене для утворення отворів під кріпильні болти в залізнодорожних рейках. Свердло може бути оснащене напайними пластинами із твердого сплаву або металокераміки, що дозволяє здійснювати свердління в найбільш високоміцних рельсових полотнах підвищеної твердості (240+/-20 НВ), а також в термічно зміцнених виробах, де твердість металу перевищує показник 260НВ. Різальні пластини мають складну групову схему зрізання припуску для зменшення вібрацій, більшого терміну

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служби та полегшеного свердління. Особливістю конструкції даного інструменту є також наявність стружкових канавок, які від кінця інструменту до хвостовика збільшуються в ширині. Це дозволяє полегшити відведення стружки із зони різання [4]. Має аналогічний хвостовик як у свердла розглянутого попередньо. Через осьовий отвір свердла можна подавати МОР під тиском, що значно прискорить стружковідведення та сприятиме кращому охолодженню інструмента.

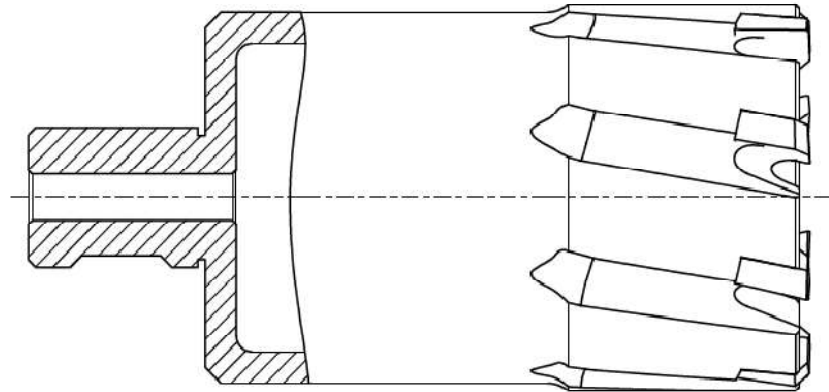


Рис. 1.5 Корончате свердло з твердосплавними пластинами Karnasch

Даний тип свердла призначений для обробки нержавіючої сталі та кольорових металів. Задовільне стружковідведення забезпечується за рахунок гвинтових канавок на зовнішній поверхні робочої частини свердла, а можливість внутрішнього підведення МОР дозволяє зробити цей процес ще більш ефективним. Інструмент оснащується, як правило, твердосплавними пластинами із карбіду вольфраму. Як і дві попередні моделі має хвостовик типу Weldon, але в залежності від потреб споживача може бути виготовлено під патрон будь-якого типу.

1.2 Обґрунтування вибору конструкції інструменту

З огляду на те, що інструмент, який необхідно розробити має задовольняти умови міцності при обробці сталевих деталей товщиною до 50 мм, обираємо корончате свердло з різальними пластинами з твердого сплаву Т5К10. При свердлінні заданої глибини необхідно також передбачити стружковивідні канавки для відводу стружки та універсальний шліфований

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хвостовик, що використовується у більшості свердел для кільцевого свердління та, за умови дотримання вимог до співвісності, буде забезпечувати необхідну точність розмірів оброблених отворів (Н9). Для обраного діаметру свердління (55 мм) найбільш доцільним буде використання Weldon 19 діаметром 19мм з обов'язковою наявністю отвору для підведення МОР.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК КОРОНЧАТОГО СВЕРДЛА

2.1. Вихідні дані

Заготовка:

матеріал – сталь 40;

твердість при свердлінні HB=187;

діаметр отвору 55мм;

точність отриманого отвору Н9;

шорсткість поверхні отвору Ra 3,2 мкм;

глибина свердління 50 мм.

2.2 Вибір та обґрунтування матеріалу

З огляду на те, що інструмент, який необхідно розробити згідно завдання дипломної роботи має задовольняти умови міцності при обробці сталевих деталей товщиною до 50 мм, було обране корончате свердло з різальними пластинами з твердого сплаву Т5К10. Такий сплав містить 9% кобальту (Сo), який підвищує межу міцності на згин, стискання та ударну в'язкість і дозволяє працювати в тяжких умовах ударних навантажень зі зниженою швидкістю різання. Наявність 6% карбіду титану (TiC) в даному сплаві підвищує зносостійкість різальних елементів інструменту [5, с.96]. Для корпусу інструменту доцільно використати такий матеріал, який після його загартовування буде мати достатню твердість щоб сприймати на собі сили різання, які передаватимуть на нього різальні елементи не деформуючись. Зважаючи на висунуті вимоги до матеріалу було обрано низьколеговану сталь марки 9ХС, яка попри відмінні антикорозійні властивості має також глибоку прогартовуваність та низький ступінь деформації при термічній обробці, її хімічний склад наведено в таблиці 2.2. В результаті загартовування досягається твердість HRC 59-63 [6].

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Хімічний склад сталі 9ХС

Хімічний елемент	%
Вуглець (C)	0,85-0,95
Кремній (Si)	1,2-1,6
Марганець (Mn)	0,3-0,6
Нікель (Ni)	До 0,4
Сірка (S)	До 0,03
Фосфор (P)	До 0,03
Хром (Cr)	0,95-1,25
Молібден (Mo)	До 0,2
Вольфрам (W)	До 0,2
Ванадій (V)	До 0,15
Титан (Ti)	До 0,03
Мідь (Cu)	До 0,3

Таблиця 2.3 - Механічні властивості сталі 9ХС

Термообробка, стан поставки	Густина, ρ , кг/м ³	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, кДж/м ²
Прутки гарячекатаний. Відпуск 500 °С	7830	445	790	26	54	390

Для з'єднання корпусу інструменту з різальними пластинами, враховуючи малі габарити місця прилягання цих елементів, найбільш практичним буде використання пайки. В якості припою було обрано матеріал на мідній основі АНМц 0,6-4-2 (хімічний склад: Cu-залиш., Ni-4,0%, Mn-2,0%, Al-0,6%) з температурою плавлення 1050°C [7, с.5].

Використання припою з такою високою температурою плавлення зумовлено тим, що після напаявання буде проведено загартування корпусу інструменту при температурі 900°C з подальшим релаксаційним відпуском за температури 220-240°C для зняття залишкових напружень.

2.3 Визначення оптимальних геометричних параметрів кутів загострення різальних пластин

Для полегшення процесу свердління майбутнього інструменту необхідно застосувати схему, що забезпечуватиме ділення ширини різання, яка також

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

буде сприяти подрібненню стружки та її полегшеному транспортуванню із зони різання. Для оброблюваного матеріалу – сталь, було обрано наступні кути загострення: головний передній кут 10° ; головний задній кут 7° ; допоміжний кут в плані 3° ; допоміжний задній кут 5° . Також для напрямленого відводу стружки необхідно передбачити кут нахилу різальної кромки 3° (Рис.1).

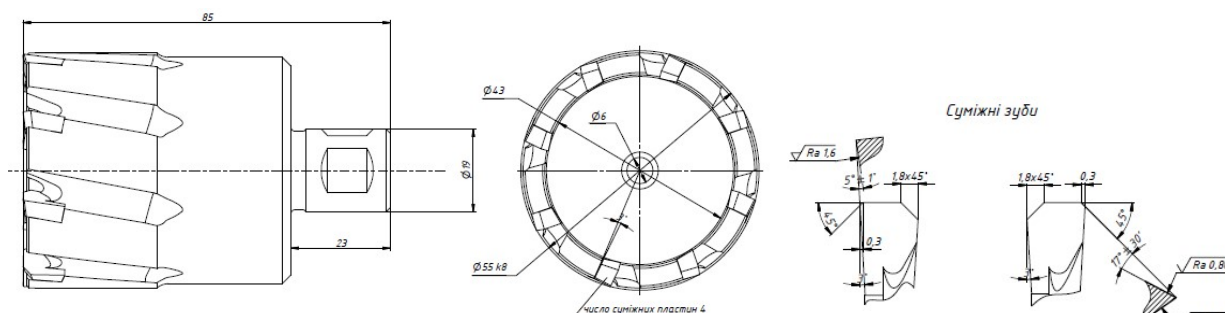
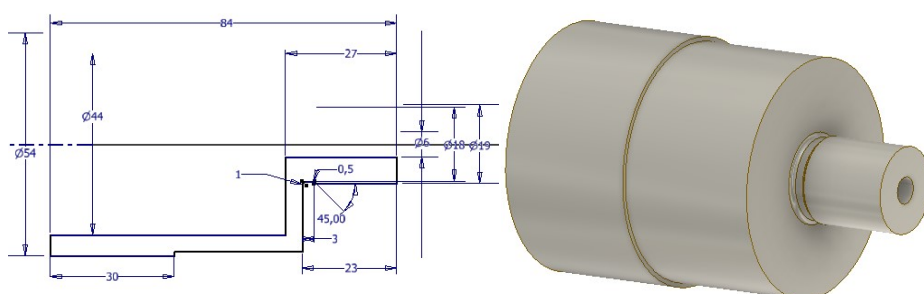


Рис.2.3 Форма, розміри, кути загострення та розташування різальних елементів

При свердлінні отворів заданої глибини необхідно також передбачити стружковивідні канавки для відводу стружки та універсальний шліфований хвостовик, що використовується у більшості свердел для кільцевого свердління та, за умови дотримання вимог до співвісності, буде забезпечувати необхідну точність розмірів оброблених отворів (Н9). Для обраного діаметру свердління (55 мм) найбільш доцільним буде використання Weldon 19 діаметром 19мм з обов'язковою наявністю отвору для підведення МОР.

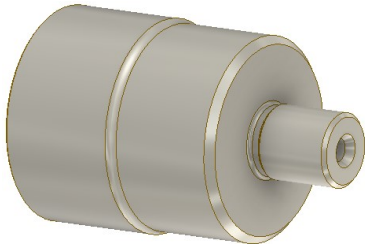
Етапи побудови 3-D моделі за допомогою системи автоматизованого проектування Autodesk Inventor

1. Тіло інструмента створюємо шляхом обертання ескізу його розрізу навколо осі.

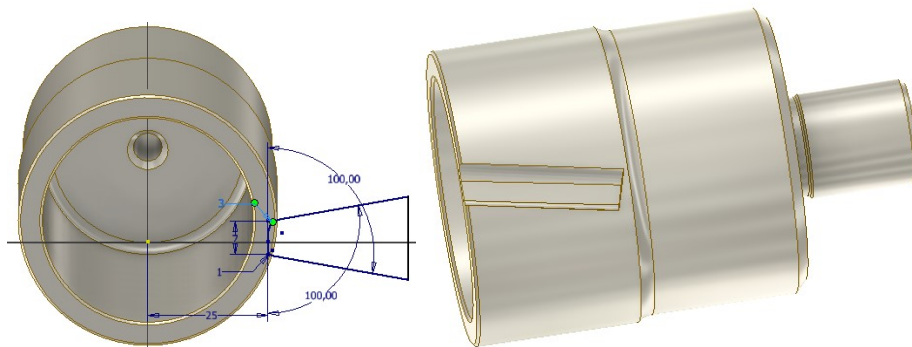


					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

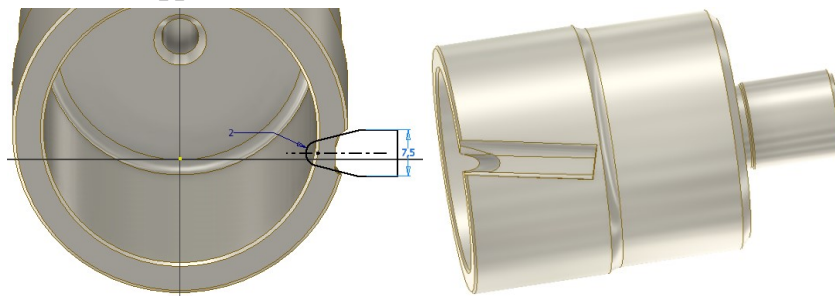
2. Необхідні фаски та спряження утворюємо відповідними командами.



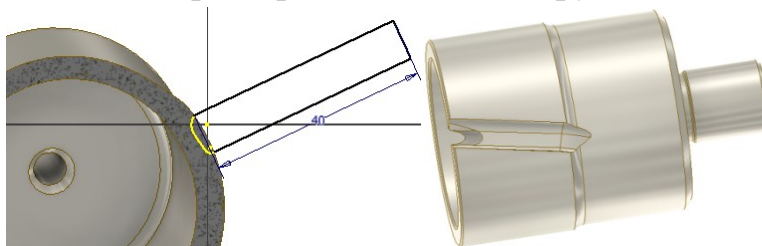
3. Далі за допомогою команди «Пружина+вычитание» створюємо стружко вивідну канавку. Ескіз, яким було проведено вирахування креслимо в площині, яка розташована під кутом до торця робочої частини інструменту.



4. Перехідна стружковивідна канавка, що буде напрямляти стружку від різальної пластини до основної стружковивідної канавки створюється шляхом обертання з вирахуванням ескізу, що імітує профіль фасонної дискової фрези.

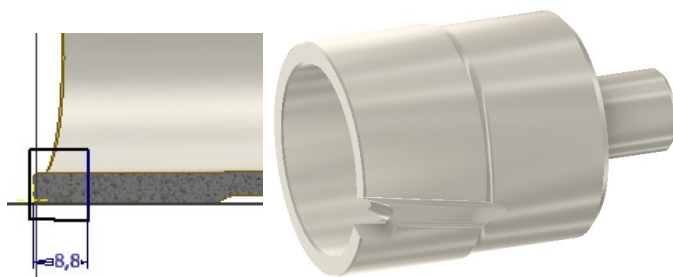


5. Так само як і в попередньому пункті створюємо вихід фрези, який вона по собі залишає при обробці основної стружковивідної канавки

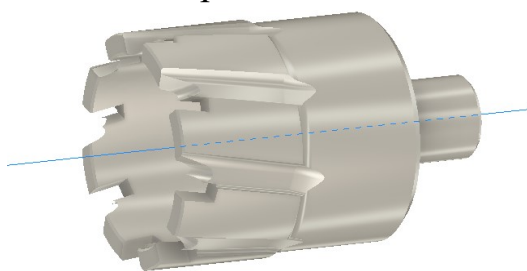


					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

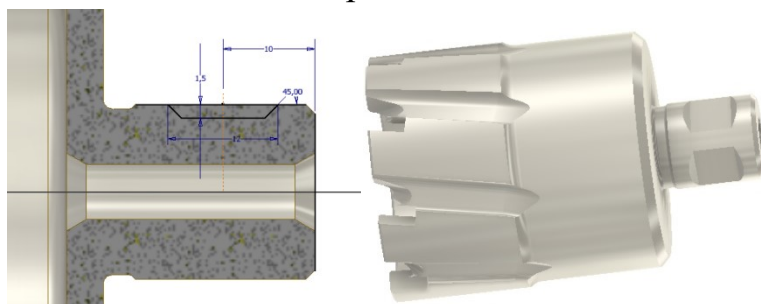
6. Паз під різальну пластинку реалізуємо командою «Выдавливание+вычитание» заздалегідь накресленого ескізу у площині, що нахилена на кут нахилу різальної кромки.



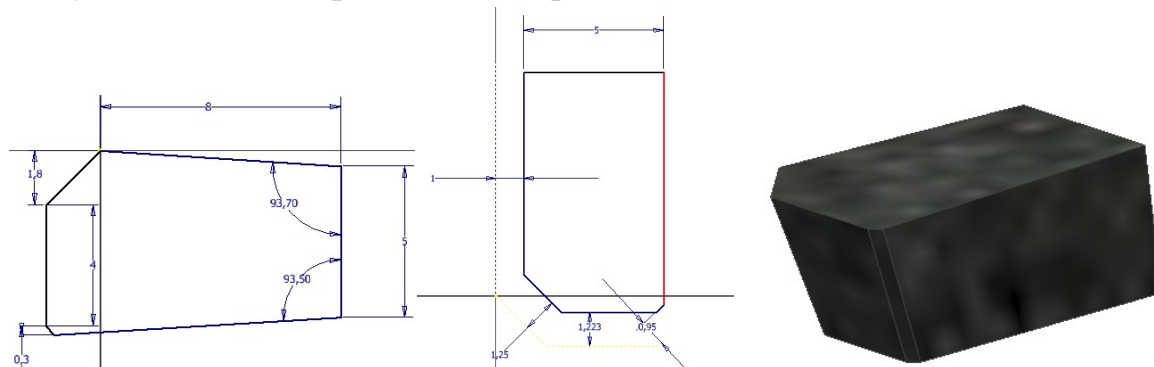
7. Для того щоб поширити створені елементи, а саме: паз під пластинку, перехідну та основну стружковивідні канавки використовуємо команду «Масив», обравши в якості осі вісь тіла інструмента.



8. На хвостовику створюємо лиски для надійного закріплення інструмента. Використовуємо при цьому команди «Выдавливание+ вычитание» та «Масив», оскільки передбачається наявність двох таких елементів.

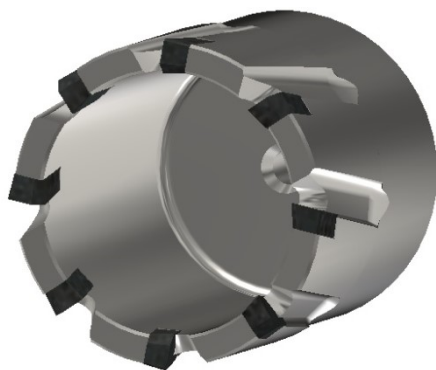


9. Різальні пластини створюємо командою «Лофт», використовуючи при цьому два ескізи, накреслених в паралельних площинах.



					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Останнім етапом моделювання є складання усіх елементів в один інструмент. При цьому накладаємо на елементи відповідні залежності, визначивши корпус інструменту як базовий.



Дерево моделі корпусу свердла

- Корпус свердла
 - Твердые тела(1)
 - Вид: Главный
 - Начало
 - Тіло інструмента
 - Фаска1
 - Сопряжение1
 - Фаска2
 - Фаска3
 - Фаска4
 - Сопряжение2
 - Фаска5
 - Фаска6
 - Площина для утворення канавки
 - Площина ескізу профілю фрези для канавки
 - Стружкова канавка
 - Перехідна стружкова канавка
 - Вихід фрези
 - Допоміжна площина
 - Вісь повороту площини
 - Площина пазу
 - Паз під пластину
 - Масив канавок та пазів
 - Площина лиски
 - Лиски
 - 2 лиски
 - Конец детали

Дерево моделі різальних пластин

- Пластина ліва
 - Твердые тела(1)
 - Вид: Главный
 - Начало
 - Верхній контур пластини
 - Нижня площина пластини
 - Різальна пластина
 - Верхній контур пластини
 - Нижній контур пластини
 - Конец детали

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СВЕРДЛА

3.1 Вибір типу заготовки та методу її одержання

До заготівельних операцій технологічного процесу головним чином відносяться правка прокату, відрізання заготовок, кування, штампування, пресування і редуціювання заготовок, відпал заготовок, обробка торців і центрування заготовок стержневого інструменту. Особливістю правки є зменшення припуску на подальшу механічну обробку. Відрізання доцільно проводити на стрічкових пилах, перевагою яких є висока продуктивність при малій товщині різку (1,5-2 мм). Заготовки діаметром більше 50 мм зазвичай піддають куванню. Цей процес дає змогу покращити структуру за карбідною неоднорідністю, а також зменшити припуск на подальшу механічну обробку. Температура початку кування повинна знаходитись для сталі 9ХС в діапазоні 1100-1150 °С та наприкінці бути в межах 840-870 °С. Отримання заготовки буде здійснено шляхом гарячого прокатування.

3.2 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахунок припусків на механічну обробку зовнішньої поверхні Ø54 h8. Заготовку для свердла одержуємо з гарячекатаного прокату, матеріал заготовки – 9ХС ГОСТ 5950-73. Для досягнення потрібних параметрів точності та якості поверхні передбачається чорнове та чистове точіння.

Припуск на чорнове точіння визначається за формулою [8]:

$$2Z_{1\min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})$$

де R_{zi-1} – висота шорсткості заготовки, мкм;

$$R_{zi-1} = 150 \text{ мкм};$$

h_{i-1} – глибина дефектного шару заготовки, мкм;

$$h_{i-1} = 250 \text{ мкм};$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Δ_{ei-1} – просторове відхилення, мкм;

$$\Delta_{ei-1} = \Delta_k \cdot 0,5;$$

де Δ_k - питома кривизна заготовки, мкм/мм;

$$\Delta_k = 4 \text{ мкм/мм};$$

l - довжина заготовки, мм;

$$l = 85 \text{ мм};$$

$$\Delta_{ei-1} = 4 \cdot 85 / 2 = 170 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1min} = 2(100+150+170+100) = 1400 \text{ мкм};$$

При чистовому точінні припуск дорівнює:

$$2Z_{2min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta_{ei-1})$$

$$\Delta_{ei-1} = \Delta_k \cdot 0,5$$

$$\Delta_{ei-1} = 2,1 \cdot 85 / 2 = 90 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2min} = 2(800+100+90) = 500 \text{ мкм};$$

Загальний припуск на обробку:

$$2Z_{\text{заг (min)}} = 2Z_{1min} + 2Z_{2min} = 1400+540=1940 \text{ мкм}$$

Результати розрахунку приведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 Розрахунок припусків на зовнішню поверхню $\varnothing 54_{-0,46}$

Технологічні операції та переходи обробки елементарних поверхонь	Елементи припуску				Розрахунковий припуск, $2Z_{1min}, \text{мкм}$	Прийнятий технологічний виконавчий р-р $d_{пр}, \text{мм}$	Допуск, $T_d, \text{мкм}$	Прийняті розміри по переходах, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{max} x	d_{min}	$2Z_{max}$ x	$2Z_{min}$ n

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстату. Глибина різання при точінні приймається рівною припуску на обробку.

$$t_{чор} = \frac{2Z_{max}^{np}}{2} = \frac{4,58}{2} = 2,254 \text{ мм};$$

$$t_{чист} = \frac{2Z_{max}^{np}}{2} = \frac{0,66}{2} = 0,33 \text{ мм}.$$

Подача при чорновому точінні приймається максимально припустимою по потужності устаткування, твердості системи СНІД : $S_{чорн} = 0,4 \text{ мм/об}$

Подача при чистовому точінні вибираємо залежно від необхідних параметрів шорсткості обробленої поверхні й радіуса при вершині різця: $S_{чист} = 0,1 \text{ мм/об}$. Середнє значення стійкості T при одно інструментальній обробці 30–60хв. Значення коефіцієнта C_v , показників степеня x, y, m вибираємо з довідникової таблиці:

$$C_{vчорн} = 350; x = 0,15; y = 0,35; m = 0,20;$$

$$C_{vчист} = 420; x = 0,15; y = 0,2; m = 0,20$$

Коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу

$$K_{\mu V} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{790} \right)^1 = 0,76;$$

$$\sigma_B = 790 \text{ МПа};$$

K_{nv} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні:

$$K_{nvчорн} = 0,8; K_{nvчист} = 1,0$$

K_{uv} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструмента. $K_{uv} = 1$

$$V_{чорн.} = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2,25^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,76 \cdot 0,8 \cdot 1 = 120,5 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

$$V_{чист.} = \frac{420}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,15} \cdot 0,1^{0,2}} \cdot 0,76 \cdot 1 \cdot 1 = 295,95 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя по формулі:

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n_{\text{чор}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{чор}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120,5}{3,14 \cdot 54} = 710,7 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо значення за паспортом верстату $n = 800 \text{ хв}^{-1}$

$$n_{\text{чис}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{чис}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 295,95}{3,14 \cdot 54} = 1745,4 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо значення за паспортом верстату $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$

Уточнюємо швидкість різання:

$$V_{\phi \text{чор}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{чор}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 800}{1000} = 135,6 \text{ м/хв}$$

$$V_{\phi \text{чис}} = \frac{\pi \cdot d \cdot n_{\text{чис}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 1600}{1000} = 271,3 \text{ м/хв}$$

Сили різання:

$$P_{xyz} = 10 C_p t^x S^y V^n K_{mp} K_{\phi P} K_{\gamma P} K_{\lambda P} K_{rP};$$

K_{mp} - коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання. Визначаємо по формулі, де $n = 0,75$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0,75} = 1,04;$$

	C_p	x	y	n	K_{mp}	$K_{\phi P}$	$K_{\gamma P}$	$K_{\lambda P}$	K_{rP}
z	300	1	0.75	-0.15	1.04	0.89	1.1	1	0.93
y	243	0.9	0.6	-0.3	1.04	0.5	1.4	1.25	0.82
x	339	1	0.5	-0.4	1.04	1.17	1.4	0.85	1

Тангенційна сила

$$P_{z \text{ чор.}} = 10 \cdot 300 \cdot 2.25^1 \cdot 0.4^{0.75} \cdot 135.6^{-0.15} \cdot 1.04 \cdot 0.89 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 1535.79 \text{ Н};$$

$$P_{z \text{ чис.}} = 10 \cdot 300 \cdot 0.3^1 \cdot 0.1^{0.75} \cdot 271.3^{-0.15} \cdot 1.04 \cdot 0.89 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 0.93 = 65,4 \text{ Н};$$

Радіальна сила

$$P_{y \text{ чор.}} = 10 \cdot 243 \cdot 2.25^{0.9} \cdot 0.4^{0.6} \cdot 135.6^{-0.3} \cdot 1.04 \cdot 0.5 \cdot 1.4 \cdot 1.25 \cdot 0.82 = 495.82 \text{ Н};$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$P_{y \text{ чист.}} = 10 \cdot 243 \cdot 0.3^{0.9} \cdot 0.1^{0.6} \cdot 271.3^{-0.3} \cdot 1.04 \cdot 0.5 \cdot 1.4 \cdot 1.25 \cdot 0.82 \\ = 28.66 \text{ Н};$$

Осьова сила

$$P_{x \text{ чор.}} = 10 \cdot 339 \cdot 2.25^1 \cdot 0.4^{0.5} \cdot 135.6^{-0.4} \cdot 1.04 \cdot 1.17 \cdot 1.4 \cdot 0.85 \cdot 1 \\ = 974.14 \text{ Н};$$

$$P_{x \text{ чист.}} = 10 \cdot 339 \cdot 0.3^1 \cdot 0.1^{0.5} \cdot 271.3^{-0.4} \cdot 1.04 \cdot 1.17 \cdot 1.4 \cdot 0.85 \cdot 1 = 49.3 \text{ Н};$$

Потужність різання розраховують за формулою:

$$N = \frac{P_Z \cdot n}{1020 \cdot 60}$$

$$N_{\text{чер}} = \frac{1535,79 \cdot 800}{1020 \cdot 60} = 20,1 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{чис}} = \frac{65,4 \cdot 1600}{1020 \cdot 60} = 1,7 \text{ кВт}$$

Кругле шліфування:

Основні параметри різання при шліфуванні обираємо за довідниковими таблицями:

- швидкість обертального руху заготовлі:

$$V_{z \text{ чор}} = 20 \text{ м/хв}, V_{z \text{ чис}} = 30 \text{ м/хв}$$

- швидкість обертання шліфувального круга

$$V_K = 30 \text{ м/с}$$

- глибина шліфування:

$$t_{\text{чор}} = 0,02 \text{ мм}, t_{\text{чис}} = 0,01 \text{ мм}$$

Оскільки ширина круга дозволяє обробити весь хвостовик без поздовжньої подачі, під час обробки буде використовуватись лише поперечна подача:

$$S_{\text{чор}} = 0,02 \text{ мм/подв.хід}$$

$$S_{\text{чис.}} = 0,01 \text{ мм/подв.хід}$$

Свердління:

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал різальної частини інструменту – Р6М5. Отвір $\varnothing 6\text{мм}$; $S = 0.11 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$ – подача; Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_{mV} \cdot K_{uV} \cdot K_{lV} = \frac{7 \cdot 6^{0.4}}{25^{0.2} \cdot 0.11^{0.7}} \cdot 0.67 \cdot 1 \cdot 0.75 = 17.8 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0.7 \left(\frac{750}{790} \right)^{0.9} = 0.67;$$

$$M_{KP} = 10 C_M D^q S^y K_P; \quad P_0 = 10 C_P D^q S^y K_P; \quad K_P = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{790}{750} \right)^{0.75} = 1.04;$$

$$\text{Крутний момент: } M_{KP} = 10 \cdot 0.0345 \cdot 6^2 \cdot 0.11^{0.8} \cdot 0.85 = 1.85 \text{ Нм};$$

$$\text{Осьова сила: } P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6^1 \cdot 0.11^{0.7} \cdot 0.85 = 739.7 \text{ Н}.$$

Фрезерування:

Паз під різальну пластину. Діаметр фрези $D=63\text{мм}$; S_z -подача на зуб; $S_z = 0.15\text{мм/зуб}$; $B=4\text{мм}$ (товщина фрези); $t=9\text{мм}$. Матеріал різальної частини фрези - Т5К10.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v$$

Коефіцієнт визначається по формулі:

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{uV}$$

де K_{mV} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки.

$$K_{mV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0.8 \cdot \left(\frac{750}{790} \right)^1 = 0.76$$

K_{nV} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні:

$$K_{nV} = 1$$

K_{uV} - коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу інструмента. $K_{uV} = 0.65$

Середнє значення стійкості фрези $T=60 \text{ хв}$.

Значення коефіцієнтів:

$$C_v = 690; \quad q = 0.2; \quad x = 0.3; \quad y = 0.4; \quad u = 0.1; \quad p = 0; \quad m = 0.35.$$

$$V = \frac{690 \cdot 63^{0.2}}{60^{0.35} \cdot 9^{0.3} \cdot 0.15^{0.4} \cdot 4^{0.1} \cdot 32^0} \cdot 0.76 \cdot 1 \cdot 0.65 = 179.35 (\text{м/хв})$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 179,35}{3,14 \cdot 63} = 906,6 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо N за верстатом моделі 6Т80Ш, n=900 об/хв

Фактична швидкість $V_{\phi} = 178 \text{ м/хв.}$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^v} K_{MP}$$

Значення коефіцієнтів:

$C_p=261$; $q=1,1$; $x=0,9$; $y=0,8$; $w=0,1$; $p=0$; $u=0,1$; $v=0,1$.

$$P_z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 9^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 4^{0,1} \cdot 32}{63^{1,1} \cdot 900^{0,1}} \cdot 0,85 = 687,3(H)$$

Крутний момент на шпинделі

$$M_{кр} = \frac{P_z D}{2 \cdot 100}$$

$$M_{кр} = \frac{687,3 \cdot 63}{2 \cdot 100} = 216,5(H \cdot м)$$

3.4 Оптимізація технологічного процесу

Вимоги до виготовлення інструменту

Логічні умови формуються згідно технічних вимог, креслення та нормативних документів:

A1 Точність виконання хвостової частини інструменту;

A2 Достатня твердість;

A3 Точність кутового розташування пазів та стружкових канавок;

A4 Точність заднього кута та кута в плані;

A5 Геометричні параметри каналу МОР;

A6 Надійність закріплення на верстаті;

A7 Підвищений термін експлуатації;

A8 Зниження трудомісткості при виготовленні;

A9 Підвищена продуктивність при роботі;

A10 Зниження собівартості;

A11 Відповідність екологічним нормам при виготовленні;

A12 Зменшення енергетичних витрат;

A13 Мінімізація використання допоміжних матеріалів при виготовленні;

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- A14 Зменшення кількості операцій;
- A15 Виготовлення деталі працівником з низькою кваліфікацією;
- A16 Естетична привабливість виробу;
- A17 Підвищена техніка безпеки;
- A18 Підвищена жорсткість;
- A19 Підвищена вібростійкість;
- A20 Допустима величина биття під час використання;
- A21 Простота використання;
- A22 Шорсткість хвостовика;
- A23 Зносостійкість;
- A24 Зменшення витрат часу на виготовлення шляхом використання відповідної універсальної швидкопереналагоджувальної оснастки;
- A25 Точність кута нахилу пазів;
- A26 Точність розміру робочої частини;
- A27 Поштучне пакування інструменту;
- A28 Зменшення витрат матеріалу;
- A29 Гарне стружковідведення;
- A30 Можливість переточування;
- A31 Точність форми пазів під пластини;
- A32 Надійність пайки;

Перераховані вище логічні критерії можна розділити на наступні групи:

Технологічні	Експлуатаційні	Економічні
A1, A2, A3, A4, A5, A25, A26, A11, A13, A24, A22, A31, A32	A6, A17, A20, A21, A18, A19, A29, A23	A7, A8, A9, A15, A16, A10, A12, A13, A14, A23, A27, A28, A30

3.4.1 Технологічні процеси виготовлення

М1	М2	М3	М4	М5
<p>А31 Відрізання стрічковою пилою</p> <p>АМ1 Токарна обробка робочої частини на універсальному токарно-гвинторізному верстаті</p> <p>АМ5 Токарна обробка хвостовика на універсальному токарно-гвинторізному верстаті</p> <p>АМ7 Свердління центрового отвору</p> <p>АМ8 Фрезерування стружкових канавок на горизонтально-фрезерному верстаті</p> <p>АМ12</p>	<p>А32 Штампування</p> <p>АМ2 Токарне оброблення робочої частини на верстаті з ЧПК</p> <p>АМ6 Токарна обробка хвостовика на верстаті з ЧПК</p> <p>АМ7 Свердління центрового отвору</p> <p>АМ9 Фрезерування стружкових канавок на фрезерному верстаті з ЧПК</p> <p>АМ13 Фрезерування пазів під пластини на верстаті з ЧПК</p> <p>АМ15 Фрезерування</p>	<p>А33 Отримання заготовки ресурсами порошкової металургії</p> <p>АТ1 Напаювання пластин</p> <p>АК1 Контроль напаювання пластин</p> <p>АТ4 Загартування</p> <p>АМ26 Поновлення центрових отворів шліфування</p> <p>АМ17 Шліфування хвостовика</p> <p>АМ20 Заточування</p>	<p>А34 Відрізання на абразивно-відрізному верстаті</p> <p>АМ3 Зовнішнє обточування робочої частини на вертикально-розточному верстаті</p> <p>АМ7 Свердління центрового отвору</p> <p>АМ10 Внутрішнє розточування робочої частини</p> <p>АМ11 Зовнішнє обточування хвостовика на вертикально-розточному верстаті</p> <p>АМ14</p>	<p>А35 Відвантаження порошку в машину для адитивного виробництва</p> <p>АМ 4 Адитивне виготовлення інструменту</p> <p>АТ1 Напаювання пластин</p> <p>АК1 Контроль напаювання</p> <p>АТ4 Загартування</p> <p>АМ26 Поновлення центрових отворів шліфуванням</p> <p>АМ17 Шліфування хвостовика</p> <p>АМ20 Заточування пластин</p> <p>АК2 Контроль</p>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
ДП.МІ5106.00.000.ПЗ				Арк.

Фрезерування пазів під пластини на вертикально фрезерному-верстаті АМ16	перехідних стружкових канавок на верстаті з ЧПК АМ18	я пластин АД2Маркув ання електрични м олівцем АК2	Фрезерування стружкових канавок на універсально-фрезерному верстаті АМ21	розмірів	
Фрезерування перехідних стружкових канавок на універсально-фрезерному верстаті АМ19	Фрезерування лисок на верстаті з ЧПК АТ3	Контроль розмірів	Вирізання пазів під пластини на лазері АМ15		
Фрезерування на вертикально-фрезерному верстаті АТ2	Напаювання пластин газовим пальником АК1 Контроль напаювання АМ24		Фрезерування перехідних стружкових канавок АМ22		
Напаювання пластин за допомогою установки СВЧ АК1 Контроль напаювання АТ4	Гравіровкамаркування АТ4		Стругання лисок АТ1		
Загартовування АМ26	Загартовування АМ26		Напаювання пластин АК1 Контроль напаювання АТ4		
Поновлення	Поновлення центрових отворів шліфуванням АМ25		Загартовування АМ26		
	Шліфування хвостовика на круглошліфува льному		Поновлення центрових отворів шліфуванням		
		ДП.МІ5106.00.000.ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.				№ докум.

центрових отворів шліфуванням АМ17 Шліфування хвостовика на круглошліфувал ьному верстаті АМ20 Заточування пластин АД1 Лазерне маркування АК2 Контроль розмірів	верстаті з ЧПК АМ23 Заточування пластин на заточному верстаті з ЧПК АК2 Контроль розмірів		АМ17 Шліфування хвостовика АМ20 Заточування пластин АД2 Маркування електричним олівцем АК2 Контроль розмірів	
---	--	--	---	--

3.4.2 Оцінка технологічних маршрутів виготовлення свердла за логічними критеріями

За рахунок аналізу відповідності технологічної операції тим чи іншим логічним критеріям проводиться визначення потужності кожного маршруту

Групи операцій	Код опера ції	Зміст	Логічні критерії
Заготівельні	А31	Відрізання заготовки стрічковою пилою	А8, А10, А11, А12, А13, А14, А15, А24, А28
	А32	Штампування	А8, А10, А11, А12, А14, А15,

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

			A28
	A33	Отримання заготовки ресурсами порошкової металургії	A8, A13, A14, A15, A28
	A34	Відрізання на абразивно-відрізнному верстаті	A12, A15, A24, A28
	A35	Відвантаження порошку в машину для адитивного виробництва	A8, A12, A28
Механічні	AM1	Токарна обробка робочої частини	A8, A24, A10, A11, A16, A26
	AM2	Токарна обробка робочої частини на верстаті з ЧПК	A8, A11, A16, A26
	AM3	Зовнішнє обточування робочої частини на вертикально-розточному верстаті	A10, A11, A16, A26
	AM4	Адитивне виготовлення інструменту	A1, A3, A5, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A14, A16, A18, A19, A20, A24, A25, A26, A28, A29, A31
	AM5	Токарна обробка хвостовика	A1, A6, A8, A11, A12, A13, A15,

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

			A16, A18, A20, A22, A24
	AM6	Токарна обробка хвостовика на верстаті з ЧПК	A1, A11, A13, A15 A16, A18, A20, A22, A24
	AM7	Свердління центрального отвору	A5, A11, A13, A14, A15
	AM8	Фрезерування стружкових канавок на горизонтально-фрезерному верстаті	A11, A15, A16, A17, A29
	AM9	Фрезерування стружкових канавок на верстаті з ЧПК	A11, A12, A15, A16, A17, A24, A29
	AM10	Внутрішнє розточування на вертикально-розточному верстаті	A15, A16, A26
	AM11	Зовнішнє обточування хвостовика на вертикально-розточному верстаті	A1, A6, A8, A10, A11, A12, A13, A15, A16, A18, A20, A22, A24
	AM12	Фрезерування пазів під пластини на вертикально-фрезерному верстаті	A3, A13, A25, A31
	AM13	Фрезерування пазів під пластини на	A3, A13,

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		верстаті з ЧПК	A25, A31
	AM14	Фрезерування стружкових канавок на універсально-фрезерному верстаті	A11, A13, A15, A16, A17, A23, A24, A29
	AM15	Фрезерування перехідних стружкових канавок на верстаті з ЧПК	A7, A8, A16, A23, A24, A29
	AM16	Фрезерування перехідних стружкових канавок на універсально-фрезерному верстаті	A7, A8, A12, A16, A23, A24, A29
	AM17	Шліфування хвостовика на круглошліфувальному верстаті	A1, A6, A11, A16, A20, A22
	AM18	Фрезерування лисок на верстаті з ЧПК	A6, A14, A21, A24
	AM19	Фрезерування лисок на вертикально-фрезерному верстаті	A6, A14, A21, A24
	AM20	Заточування пластин	A4, A7, A9, A10, A13, A16, A20, A23, A24, A30
	AM21	Вирізання пазів під пластини на лазері	A3, A8, A11, A25, A31

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	AM22	Стругання лисок	A6, A10, A12,
	AM23	Заточування пластин на заточному верстаті з ЧПК	A4, A7, A9, A13, A16, A20, A23, A30
	AM24	Гравіровка маркування	A15, A16
	AM25	Шліфування хвостовика на круглошліфувальному верстаті з ЧПК	A1, A6, A11, A16, A20, A22
	AM26	Поновлення центрових отворів	A1, A16
Термічні	AT1	Напаювання пластин	A2, A7, A9, A10, A11, A12, A20, A23,
	AT2	Напаювання пластин за допомогою установки СВЧ	A20, A8, A17, A32
	AT3	Напаювання пластин газовим пальником	A10, A12, A15, A20, A24, A32
	AT4	Загартування	A2, A7, A8, A12, A17, A23
Контрольні	AK1	Контроль напаювання	A1, A3, A5, A19, A20

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	АК2	Контроль розмірів	A20, A25, A26
Додаткові	АД1	Лазерне маркування	A8, A10, A11, A12
	АД2	Маркування електричним олівцем	A8

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідність операцій технологічним процесам

Групи операцій	Код операції	M1	M2	M3	M4	M5
Заготівельні	A31	+				
	A32		+			
	A33			+		
	A34				+	
	A35					+
Механічні	AM1	+				
	AM2		+			
	AM3				+	
	AM4					+
	AM5	+				
	AM6					
	AM7	+	+		+	
	AM8	+				
	AM9		+			
	AM10				+	
	AM11				+	
	AM12	+				
	AM13		+			
	AM14				+	
	AM15		+		+	
	AM16	+				
	AM17	+		+	+	+
	AM18		+			
	AM19	+				
	AM20	+		+	+	+

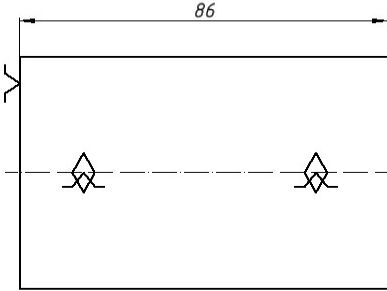
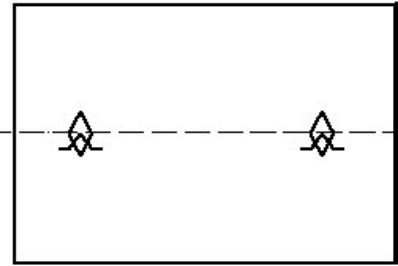
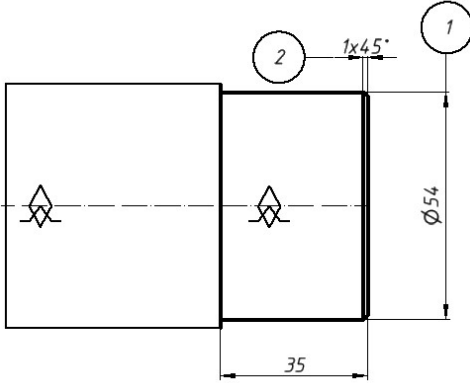
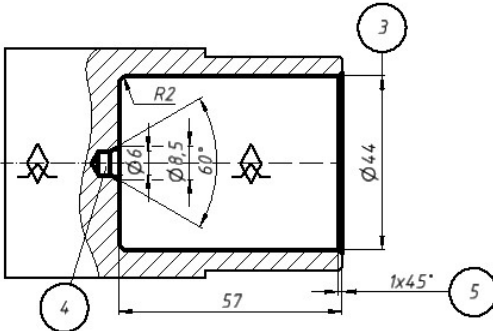
					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

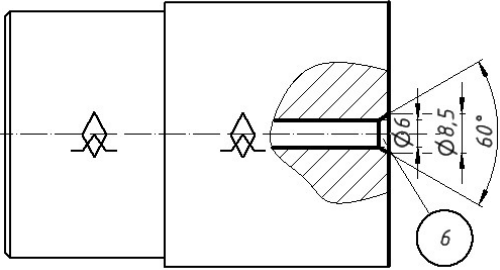
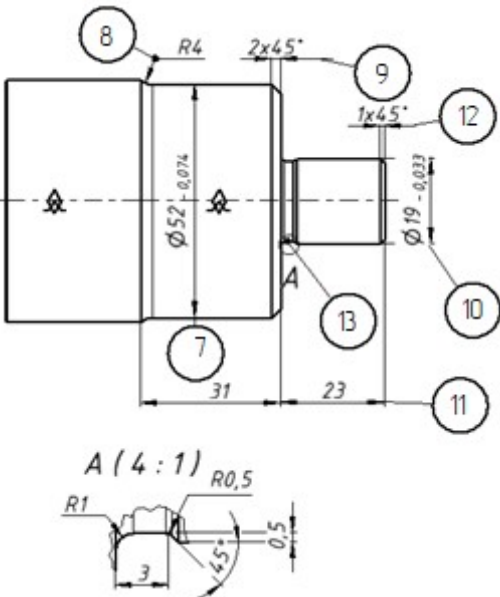
	AM21				+	
	AM22				+	
	AM23		+			
	AM24		+			
	AM25		+			
	AM26	+	+	+	+	+
Термічні	AT1				+	+
	AT2	+				
	AT3		+			
	AT4	+	+		+	+
Контрольні	AK1	+	+		+	+
	AK2	+	+	+	+	+
Додаткові	AD1	+				
	AD2			+	+	

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Маршрут обробки корпусу інструменту

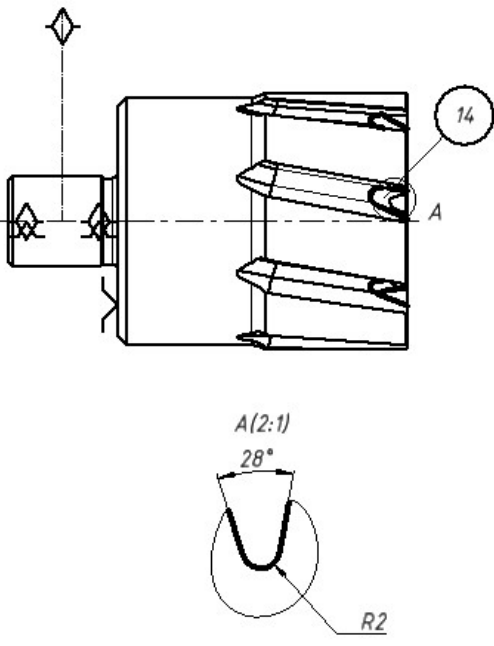
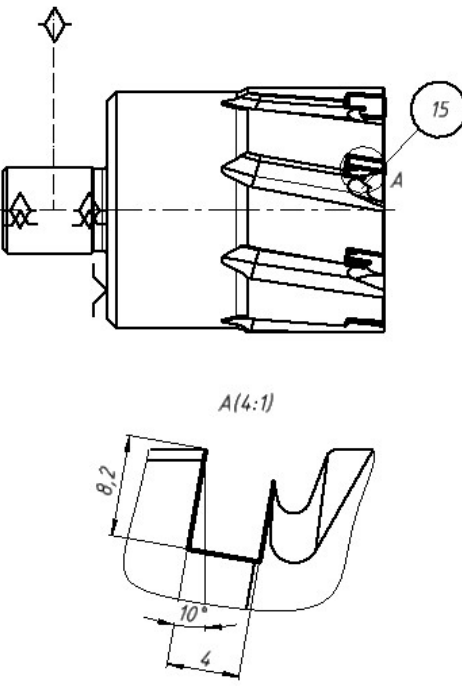
Заготовка – прокат гарячекатаний круглий за ГОСТ 2590-88

№	Найменування операції	Ескіз операції	Верстат, інструмент	Пристосування
005	<u>Заготівельна</u> Відрізання на довжину мм.		Відрізний стрічковий верстат 8544; пилка сегментна ISO 4875-1:2006	Лещата з прямою
010	<u>Токарна</u> Підрізання торця з боку робочої частини		Токарно-гвинторізний верстат 1к62; різець підрізний ГОСТ 18880-73	Трьох-кулачковий патрон
020	<u>Токарна</u> Точіння зовнішньої поверхні до діаметру (1) Ø54 мм та зняття фаски (2)		Токарно-гвинторізний верстат 1к62; різець прохідний упорний ГОСТ 18879-73	Трьох-кулачковий патрон
025	<u>Токарно-свердлильна</u> Свердління отвору та його подальше розточування до діаметру (3). Утворення центрального		Токарно-гвинторізний верстат 1к62; різець розточний ГОСТ 18883-73; свердло Ø 6 та Ø12 мм ГОСТ 886-77; свердло центрове ГОСТ 14952-75.	Трьох-кулачковий патрон

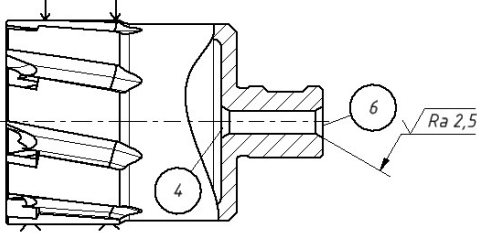
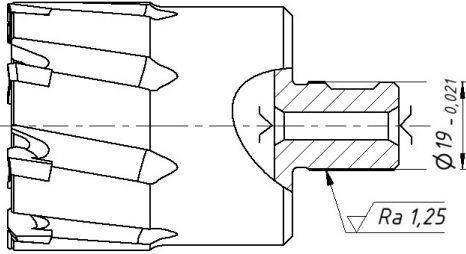
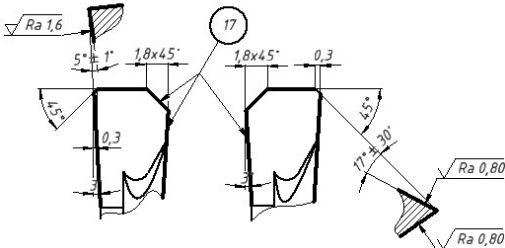
	отвору при дні виточки (4). Утворення фаски (5).			
030	<u>Токарно-свердлильна</u> Підрізання торця та утворення центрального отвору зі сторони хвостовика (6) наскрізь до центрального отвору (4)		Оброблювальний центр HYPERTURN 65 PM-SYB. Різець підрізний ГОСТ 18880-73; свердло центрове ГОСТ 14952-75.	Трьох-кулачковий патрон
035	<u>Токарна</u> Точіння зовнішньої поверхні (7), створення округлення (8) та фаски (9). Точіння хвостовика до діаметру (10) на довжину (11) з утворенням фаски (12). Утворення канавки (13) для виходу шліфувального круга.		Оброблювальний центр HYPERTURN 65 PM-SYB. Різець токарний прохідний ГОСТ 18877-73, фасонний карнавочний ГОСТ 18875-73	Трьох-кулачковий патрон

040	<p><u>Фрезерна</u></p> <p>Фрезерування лисок на хвостовику (16)</p>		<p>Оброблювальний центр HYPERTURN 65 PM-SYB. Фреза фасонна дискова ГОСТ 9305-69.</p>	Трьох- кулач- ковий патрон
045	<p><u>Фрезерна</u></p> <p>Фрезерування стружковивідних канавок (13)</p>		<p>Оброблювальний центр HYPERTURN 65 PM-SYB Фреза фасонна дискова ГОСТ 9305-69.</p>	Цанго- вий затиск

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
------	------	----------	--------	------	---------------------	------

050	<u>Фрезерна</u> Фрезерування перехідних стружковивідних канавок (14)		Оброблювальний центр HYPERTURN 65 PM-SYB Фреза фасонна дискова ГОСТ 9305-69.	Цанговий затиск
055	<u>Фрезерна</u> Фрезерування пазів під пластини (15)		Оброблювальний центр INTEGREX i-400ST Фреза дискова прорізна ГОСТ 2769-93.	Цанговий затиск
060	<u>Контрольна</u> Проміжний контроль перед напаяванням та термообробкою згідно робочого креслення			
065	<u>Термічна</u>		Електропід, соляна ванна,	

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

	<p>Напаювати пластини з твердого сплаву T5K10</p> <p>Гартувати корпус HRC 59...63, виконати відпуск при 180 -250 °С.</p>		індуктивний нагрівач. Припой АНМц0,6-4-2	
070	<p><u>Контрольна</u></p> <p>Контроль напаювання пластин</p>			
075	<p><u>Шліфувальна</u></p> <p>Шліфувати центра</p>		Центрошліфувальний верстат 3922	
080	<p><u>Круглошліфувальна</u></p> <p>Шліфувати хвостовик</p>		Круглошліфувальний верстат 3є12. Абразивний круг	Центра
085	<p><u>Заточна</u></p> <p>Шліфувати пластини по головних та допоміжних задніх площинах .</p>	<p>Суміжні зуби</p> 	Заточний верстат NU5A COMPACT SCAN. Шліфувальна головка.	Цанговий затиск
090	<p><u>Маркувальна</u></p>		Лазерне маркування	Цанговий затиск

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
------	------	----------	--------	------	---------------------	------

095	<u>Контрольна</u> Контролювати згідно креслення		ВТК	
-----	--	--	-----	--

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Розрахунок похибки базування та сили затиску

Похибка базування:

Дана похибка в осьовому напрямку буде визначатися двома складовими: величиною допуску на розмір робочої частини майбутнього інструменту (61 мм) і буде дорівнювати 0,3 мм та величиною допуску на розмір хвостовика, оскільки саме ця складова буде впливати на величину переміщення цанги в осьовому напрямі при затиску деталі.

Допуск на розмір хвостовика (19 мм) для операції, яка передусе шліфуванню складає 0,033 мм. Усі розрахунки даної складової похибки базування можна звести до рівнобедреного трикутника з основою 0,033 мм, що складається з двох прямокутних Рис.5.2. Один з кутів прямокутних трикутників складає 15° і дорівнює половині кута конусу цанги.

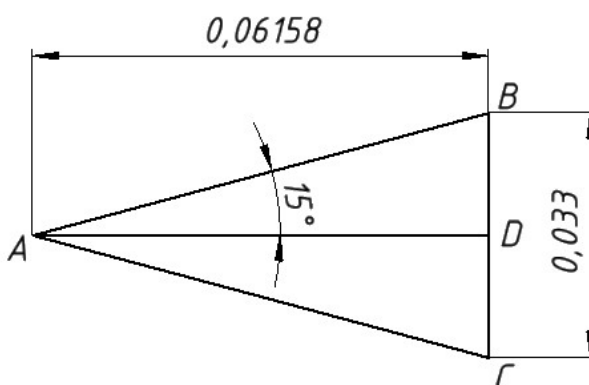


Рис 5.2 Схема розрахунку похибки

Тож з $\triangle ABD$ $\angle BAD = 15^\circ$, $BD = \frac{0,033}{2} = 0,0165$ (мм);

Тоді $AD = \frac{BD}{\tan 15^\circ} = \frac{0,0165}{0,26794} = 0,06158$ (мм)

Округливши отримане значення отримаємо 0,062 мм.

Отже загальна похибка базування в осьовому напрямку буде дорівнювати:

$$\Delta_6 = 0,3 + 0,062 = 0,362 \text{ (мм)}$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки торець цанги позбавляє деталь руху вздовж осі, а унеможливити прокручування деталі можливо лише за рахунок достатньої сили затиску, необхідно розраховувати саме її.

Сила затиску розраховується за формулою:

$$Q = (W + W_1) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi\right)$$

$$Q = (1602,2 + 2457,6) \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{30^\circ}{2} + 5,7^\circ\right) = 1534,1 \text{ кГс}$$

$$W_1 = m \cdot \frac{\delta \cdot D_1^3 \cdot S}{l^3}$$

$$W_1 = 600 \cdot \frac{0,1 \cdot 48^3 \cdot 10}{30^3} = 2457,6 \text{ кГс}$$

$$W = \frac{k}{f} \cdot \sqrt{P_z^2 + P_x^2} = \frac{k}{f} \cdot \sqrt{\frac{M_k^2}{r^2} + P_x^2}$$

$$W = \frac{2,16}{0,25} \cdot \sqrt{156,6^2 + 99,33^2} = 1602,2 \text{ кГс}$$

Де α – кут конуса цанги ($\alpha=30^\circ$), φ – кут тертя між цангою і заготовкою ($\operatorname{tg}\varphi=0,1$), W – сила, яка необхідна для затиску заготовки, W_1 – сила, яку необхідно прикласти до пелюстків цанги для затиску, m – коефіцієнт, що враховує кількість пелюсток цанги ($m=600$), δ – діаметральний зазор між отвором цанги і заготовкою ($\delta = 0,1$), D_1 – зовнішній діаметр пелюстки цанги ($D_1 = 48$ мм), S – товщина стінки пелюстки цанги ($S=10$ мм), l – довжина пелюстки цанги ($l=30$ мм), f – коефіцієнт тертя на робочих поверхнях цанги ($f=0,25$), P_z , P_x – складові сили різання кГс, k – коефіцієнт запасу ($k=k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$, $k_0=1,5$; $k_1 = 1$; $k_2 = 1$; $k_3 = 1,2$; $k_4 = 1$; $k_5 = 1,2$)

$$k=1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1=2,16$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сили різання згідно розрахунків в попередньому розділі (найбільші при чорновій обробці):

Тангенційна сила $P_z = 1535.79 \text{ Н} = 156,6 \text{ кГс}$;

Осьова сила $P_x = 974.14 \text{ Н} = 99,33 \text{ кГс}$;

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИЗНАЧЕННЯ УСТАНОВЧИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ЗАТОЧУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ

При виготовленні та переточці корончатих свердел найзручніше задавати розташування передніх та задніх площин кожного з зубів свердла не в головній та допоміжній січних площинах, а в поздовжньому та поперечному перерізі. Це призводить до необхідності перерахунку геометричних параметрів різальної частини свердла з однієї системи відліку в іншу. Перейдемо безпосередньо до графічного визначення поздовжніх та поперечних передніх та задніх кутів на головній різальній кромці зуба свердла. При цьому відомими вважатимемо передній γ і задній α кути, вимірювані в головній січній площині, кут нахилу різальної кромки λ , кут в плані ϕ . За заданими геометричними параметрами зображуємо різальну кромку зуба. Для даного типу інструменту за основну площину приймається, зазвичай, площина, яка проводиться через досліджувану точку на різальній кромці та вісь свердла. На площину S , що проходить перпендикулярно проєкції різальної кромки на основну площину H , проєктуються кути γ та α в дійсну величину. Площина Q , що паралельна різальній кромці та перпендикулярна основній площині H , дозволяє зобразити кут її нахилу λ в дійсну величину. Основна площина H інформує про значення кута ϕ , що в дійсну величину проєктується на неї. Геометричні параметри різальної пластини корончатого свердла представлено на Рис 6.1.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

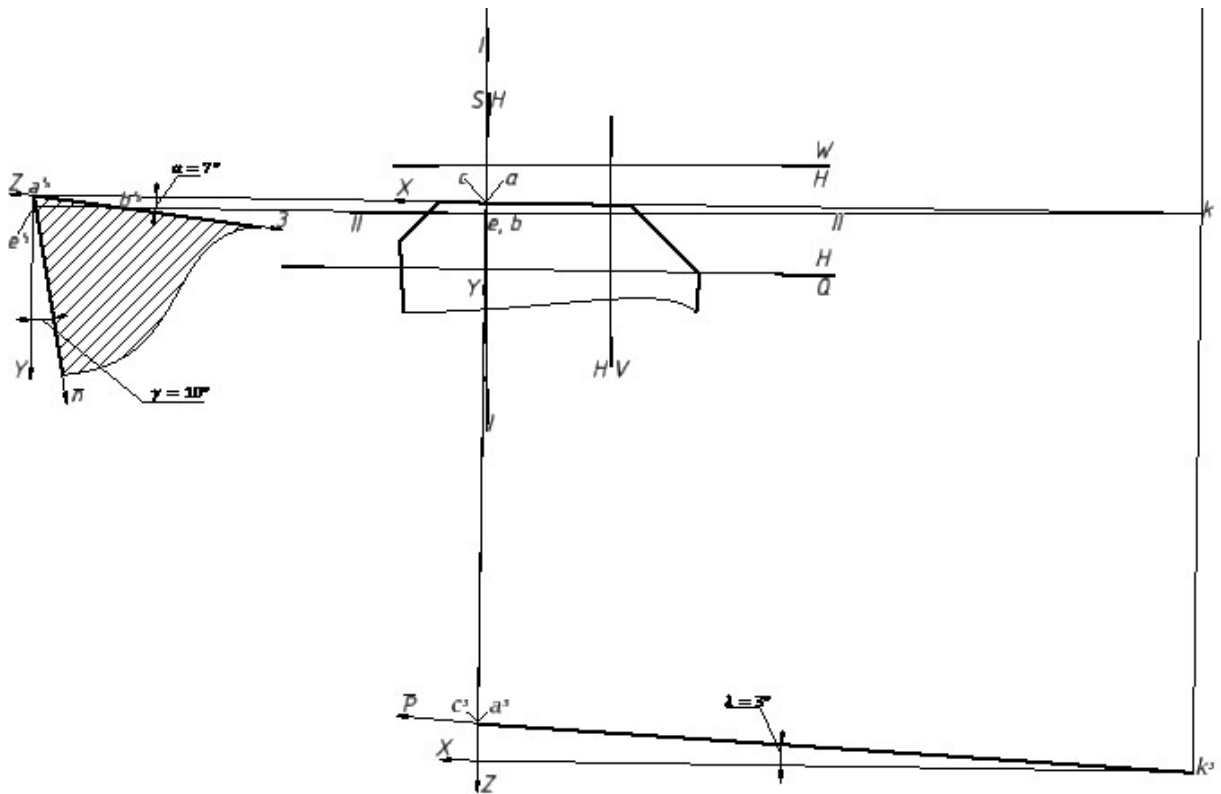


Рис 6.1 Параметри різальної кромки свердла

Для можливості визначення переднього і заднього поздовжніх кутів необхідно провести переріз I-I, що розташується паралельно площині V, своє відображення на якій знайдуть кути $\alpha_{\text{пв}}$ і $\gamma_{\text{пв}}$ в дійсну величину. Проведений переріз перетнеться з різальною кромкою в точці C, а точки c і c^{III} будуть її проекціями на координатну площину H/Q. Правило заміни площин проекцій дає змогу знайти точку C на площині V. АВ – твірна задньої площини (в системі H/S- $a^{\text{IV}} b^{\text{IV}}$) перетнеться з перерізом I-I в точці B, проекцією якої на площину V буде b^{I} . За відомими проекціями b та b^{IV} точки B в системі H/S можна знайти її в системі H/V, користуючись правилом заміни площини проекцій.

В точці E перетинається твірна передньої площини AE, проекціями якої в системі H/S є ae та $a^{\text{IV}} e^{\text{IV}}$, з перерізом I-I. На площині V проекція даної точки буде e^{I} . В систему H/V вона потрапляє як і в попередньому випадку за правилом заміни площин проекцій. Відрізки $c^{\text{I}} b^{\text{I}}$ та $c^{\text{I}} e^{\text{I}}$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюють, перетинаючись, передні $\gamma_{\text{пв}}$ та задні $\alpha_{\text{пв}}$ кути на різальній частині свердла.

Поперечний переріз II-II проведемо паралельно площині проєкцій W через точку B, що лежить на задній площині зуба. Даний переріз перетинається з різальною кромкою у системі площин проєкції H/Q, точку перетину позначимо K (проєкції якої k і k^{III}). В результаті отримаємо пряму KB, що є лінією перетину перерізу II-II та задньої площини зуба інструменту. $k^{\text{II}}b^{\text{II}}$ – проєкція лінії перетину на площину W, що визначається за правилом заміни площин проєкцій. Розташування даної проєкції в площині W відтворює задній кут $\alpha_{\text{п}}$.

Аналогічним способом можна також визначити поперечний передній кут $\gamma_{\text{п}}$. Поперечний переріз перетинається також з прямою AE, що розташована на передній площині в точці E, отримані проєкції якої в системі H/S позначаються як e та e^{IV} . Аби знайти пряму перетину перерізу II-II та передньої площини зуба необхідно з'єднати точки E та K. Далі за правилом заміни площин проєкції знаходиться проєкція даної прямої (KE) на площину W (позначається $k^{\text{II}}e^{\text{II}}$). Величина нахилу проєкції $k^{\text{II}}e^{\text{II}}$ і буде дійсним значенням поперечного переднього кута $\gamma_{\text{п}}$.

Для аналітичного розрахунку поздовжніх та поперечних кутів необхідно ввести координатну систему XYZ. При чому вісь X буде напрямлено за проєкцією різальної кромки на основну площину. Перпендикулярно площині H вводиться вісь Z. Вісь Y відповідно перпендикулярно до двох попередніх. В утвореній системі по головній різальній кромці направимо вектор \vec{P} , довжина проєкції на вісь X якого дорівнюватиме одиниці. В результаті отримаємо:

$$\vec{P} = \vec{i} - k \text{tg} \lambda$$

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На лінії перетину передньої площини з площиною YZ розташувався вектор \vec{N} , його довжину необхідно обрати так, щоб проекція на вісь Z дорівнювала $tg\gamma_{\Pi}$. В такому разі його можна записати у вигляді:

$$\vec{N} = \vec{j} - \vec{k}tg\gamma$$

На передній площині в поперечному перерізі розташуємо вектор \vec{N}_1 , довжина його проекції на вісь Z буде рівною $tg\gamma_{\Pi}$, а сам вектор може бути записаний:

$$\vec{N}_1 = \vec{i}\sin\varphi + \vec{j}\cos\varphi - \vec{k}tg\gamma_{\Pi}$$

Оскільки вищеописані вектори лежать в одній площині, їх змішаний добуток дорівнює нулю:

$$[\vec{P} \times \vec{N}] \cdot \vec{N}_1 = 0$$

В координатній формі:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -tg\lambda \\ 0 & 1 & -tg\gamma \\ \sin\varphi & \cos\varphi & -tg\gamma_{\Pi} \end{vmatrix} = 0$$

Розкривши визначник:

$$-tg\gamma_{\Pi} + \sin\varphi tg\lambda + tg\gamma \cos\varphi = 0$$

Далі отримаємо

$$tg\gamma_{\Pi} = \sin\varphi \cdot tg\lambda + tg\gamma \cdot \cos\varphi$$

$$tg\gamma_{\Pi} = 0,055$$

$$\gamma_{\Pi} = 3,1481^{\circ}$$

По лінії перетину передньої площини і поздовжнього перерізу проходить вектор \vec{N}_2 . Його довжину необхідно обрати так щоб проекція на вісь Z прийняла значення $tg\gamma_{\Pi B}$. Вектор записується наступним чином:

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\vec{N}_2 = \vec{i} \cos \varphi + \vec{j} \sin \varphi - \vec{k} \operatorname{tg} \gamma_{\text{пв}}$$

$\vec{P}, \vec{N}, \vec{N}_2$ знаходяться в одній (передній) площині зуба при розгляді перерізу II-II. В координатній формі їх змішаний добуток дорівнює нулю і записується наступним чином:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -\operatorname{tg} \lambda \\ 0 & 1 & -\operatorname{tg} \gamma \\ \cos \varphi & \sin \varphi & -\operatorname{tg} \gamma_{\text{пв}} \end{vmatrix} = 0$$

Розкриваємо визначник і отримуємо:

$$-\operatorname{tg} \gamma_{\text{пв}} + \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \lambda + \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi = 0$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{пв}} = \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \lambda + \operatorname{tg} \gamma \cdot \sin \varphi$$

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{пв}} = 0,177$$

$$\gamma_{\text{пв}} = 11^\circ$$

Поздовжні і поперечні задні кути позначатимемо $\vec{Z}, \vec{Z}_1, \vec{Z}_2$. Запишемо спочатку вектор \vec{Z} проекція якого на вісь Y дорівнює одиниці:

$$\vec{Z} = \vec{j} - \vec{k} \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

Вважатимемо проекцію вектора \vec{Z}_1 на вісь Z рівною $\operatorname{ctg} \alpha_{\text{п}}$. Відповідно:

$$\vec{Z}_1 = \vec{i} \cdot \sin \varphi + \vec{j} \cdot \cos \varphi - \vec{k} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{п}}$$

Довжина проекції вектора \vec{Z}_2 на вісь Z дорівнюватиме $\operatorname{ctg} \alpha_{\text{пв}}$. Тоді запис цього вектора прийме вигляд:

$$\vec{Z}_2 = \vec{i} \cdot \cos \varphi + \vec{j} \cdot \sin \varphi - \vec{k} \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{\text{пв}}$$

Вектори $\vec{P}, \vec{Z}, \vec{Z}_1$ знаходяться в одній головній задній площині зуба свердла, відповідно їх змішаний добуток дорівнює нулю.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -tg\lambda \\ 0 & 1 & -ctg\alpha \\ \sin\varphi & \cos\varphi & -ctg\alpha_{\Pi} \end{vmatrix} = 0$$

Розкривши визначник, отримаємо:

$$-ctg\alpha_{\Pi} + tg\lambda \cdot \sin\varphi + ctg\alpha \cdot \cos\varphi = 0$$

Звідси:

$$ctg\alpha_{\Pi} = tg\lambda \cdot \sin\varphi + ctg\alpha \cdot \cos\varphi$$

$$ctg\alpha_{\Pi} = 0,18$$

$$\alpha_{\Pi} = 79,796^{\circ}$$

Також вектори $\vec{P}, \vec{Z}, \vec{Z}_2$ лежать в одній головній задній площині. Їх змішаний добуток також дорівнює нулю. В координатному вираженні:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & -tg\lambda \\ 0 & 1 & -ctg\alpha \\ \sin\varphi & \cos\varphi & -ctg\alpha_{\Pi} \end{vmatrix} = 0$$

Визначник після розкриття матиме вигляд:

$$-ctg\alpha_{\Pi B} + tg\lambda \cdot \cos\varphi + ctg\alpha \cdot \sin\varphi = 0$$

$$ctg\alpha_{\Pi B} = tg\lambda \cdot \cos\varphi + ctg\alpha \cdot \sin\varphi$$

$$ctg\alpha_{\Pi B} = 8,143$$

$$\alpha_{\Pi B} = 7^{\circ}$$

Формули для визначення поздовжніх та поперечних кутів та порівняння значень аналітичного та графічного розрахунку можна звести в таблицю.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заточувана площа	Поздовжні кути	Поперечні кути
Передня	$tg\gamma_{пв} = \cos\varphi \cdot tg\lambda + tg\gamma \cdot \sin\varphi$	$tg\gamma_{п} = \sin\varphi \cdot tg\lambda + tg\gamma \cdot \cos\varphi$
- графічно	$\gamma_{пв} = 11^\circ$	$\gamma_{п} = 3,148^\circ$
- аналітично	$\gamma_{пв} = 11^\circ$	$\gamma_{п} = 3,1^\circ$
Задня	$ctg\alpha_{пв} = tg\lambda \cdot \cos\varphi + ctg\alpha \cdot \sin\varphi$	$ctg\alpha_{п} = tg\lambda \cdot \sin\varphi + ctg\alpha \cdot \cos\varphi$
- графічно	$\alpha_{пв} = 7^\circ$	$\alpha_{п} = 79,8^\circ$
- аналітично	$\alpha_{пв} = 7^\circ$	$\alpha_{п} = 79,796^\circ$

Під час заточування корончатого свердла для його точної фіксації в необхідному положенні на столі верстата використовуватимемо універсально-заточну головку Рис.6.2, яка дає можливість повернути заточуваний інструмент навколо трьох осей просторової системи координат.

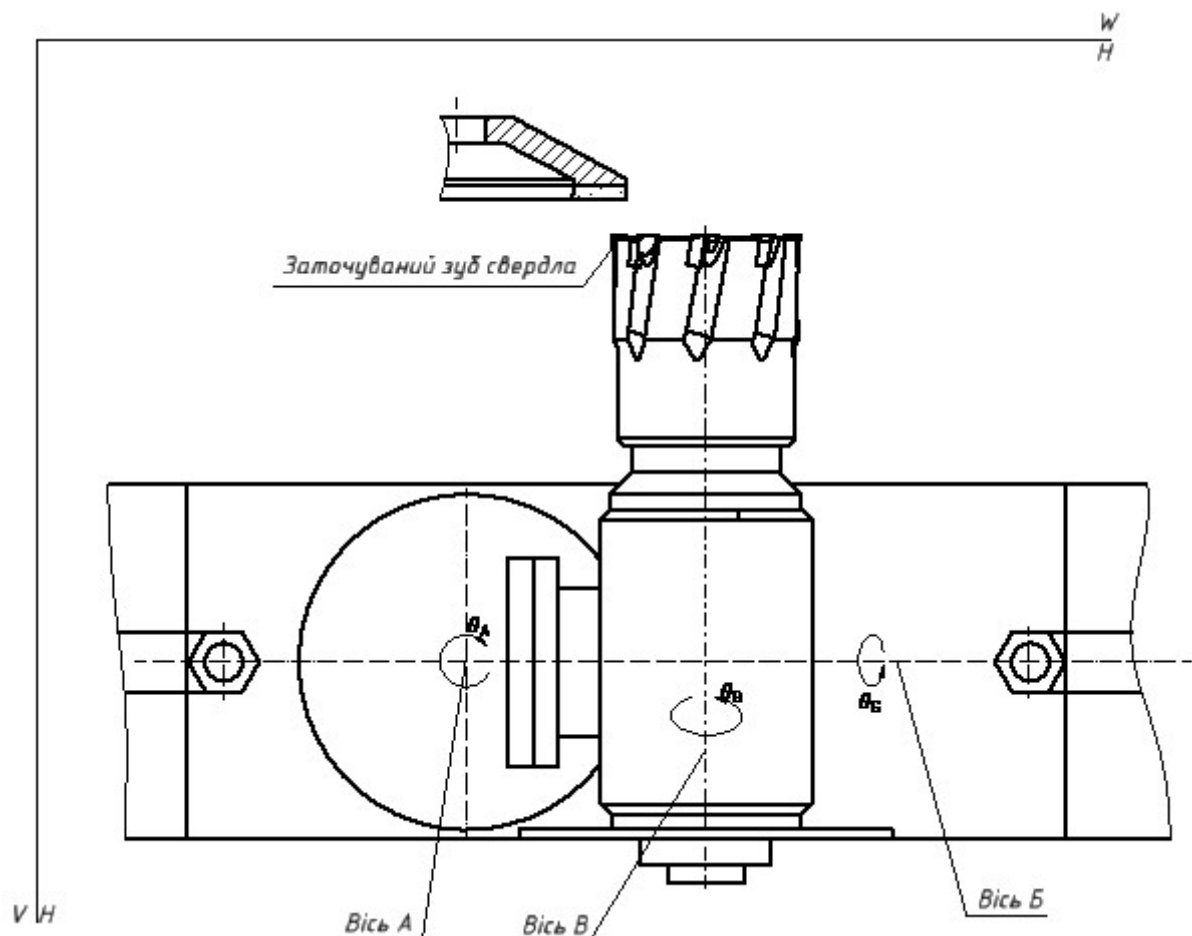


Рис. 6.2 Заточуваний інструмент в універсально-заточній головці

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Аналіз потоку мастильно-охолоджувальної рідини (МОР)

При обробці матеріалів з великими динамічними та статичними навантаженнями на інструмент, а також за рахунок тертя між поверхнями стружки та різального клину виникає нагрів зони різання. Для відведення тепла з неї використовують мастильно-охолоджувальні рідини, які за рахунок теплообміну знижують температуру до задовільної. Змащувальні властивості цих рідин дозволяють знизити основний чинник підвищення температури – тертя, тим самим знижують фрикційне зношення інструменту та ймовірність утворення задирів і пошкодження поверхонь заготовки та інструменту.

Серед способів підведення МОР найбільш точним та ефективним є підвід за допомогою внутрішніх каналів та порожнин інструменту, оскільки при такому способі підведення рідина не розбризкується, а ефективно виконує свої безпосередні функції. Для інструменту, що розробляється використання такого способу буде найбільш практичним оскільки порожниста форма свердла може слугувати так званим «резервуаром» де стовпом буде накопичуватись МОР під час обробки та повільно просочуватись в стружку вивідні канавки, виштовхуючи при цьому стружку із зони різання.

Для аналізу потоку МОР було використане програмне забезпечення Autodesk CFD, що дозволяє провести симуляцію потоку рідини та проаналізувати швидкість потоку, характер його руху та тиск. На Рис. 7.1 чітко видно три зони швидкості потоку: перша вздовж хвостовика свердла (швидкість потоку тут подекуди сягає 900 мм/с); друга в робочій порожнині інструменту (тут швидкість найнижча за рахунок різкого перепаду в діаметрі, що дозволяє накопичити МОР в цій зоні) та третя зона, що розташована між стінками свердла та оброблюваного отвору (швидкість потоку тут коливається в межах від 50 до 400 мм/с, в залежності від площі перерізу).

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

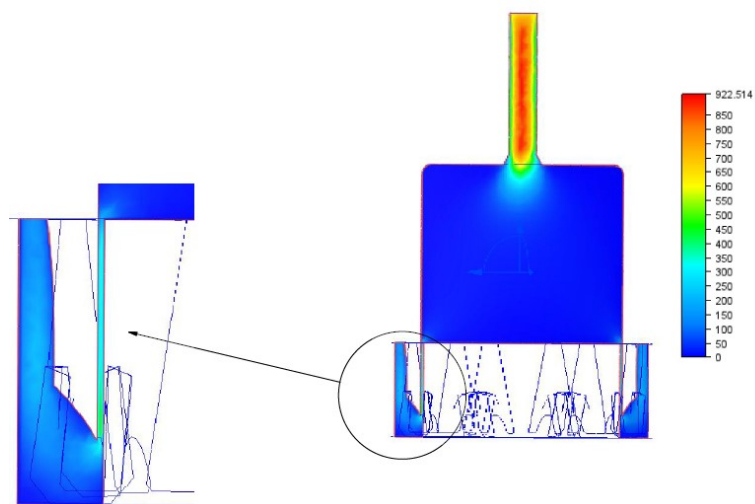


Рис 7.1 Величина швидкості потоку

Якщо говорити про постійний тиск, то варто зазначити, що максимальне його значення спостерігається в першій та другій зонах, що зумовлено різким зменшенням площі поперечного перерізу третьої зони в порівнянні з першими двома.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. <https://www.bosch-professional.com/de/de/lochsaegen-2593058-ocs-ac/>;
2. https://fein.com/de_de/bohren/kernbohren-metall/kernbohrer-finder-t611503/;
3. <https://www.ruko.de/de/produkte/kernbohrer>;
4. <https://karnasch.tools/de/schienenbohrer>;
5. Ординарцев И. А. Справочник инструментальщика/ - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
6. Артингер И. Инструментальные стали и их термическая обработка. Перевод М., „Металлургия“, 1982. - 312 с.
7. ОСТ 48-184-81 „Припои для пайки твердосплавного режущего инструмента“ 1981. – 9с.
8. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении Учеб. пособ. для машиностроит. спец. вузов/ Я. М. Радкевич, В. А. Тимирязев, А. Е. Схиртладзе, М. С. Островский – М.: Высш. шк., 2004.-272с.:ил.
9. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В. Ф., Аверьянов И. Н., Кордюков А. В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
10. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. М., «Машиностроение», 1976 – 288 с.

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДП.МІ5106.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Визначення оптимального технологічного процесу																Арк.		
Код операції	Технологічні					Експлуатаційні					Економічні							
	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5			
A31	3	-	-	-	-	0	-	-	-		7	-	-	-	-			
A32	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	6	-	-	-			
A33	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	5	-	-			
A34	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	-			
A35	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3			
AM1	3	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-			
AM2	-	2	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-			
AM3	-	-	-	2	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-			
AM4	-	-	-	-	9	-	-	-	-	4	-	-	-	-	7			
AM5	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	5	-	-	-		Дата	
AM6	-	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-		Підпис	
AM7	2	2	-	2	-	0	0	-	0	-	3	3	-	3	-			
AM8	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-			
AM9	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	3	-	-	-		№ докум.	
AM10	-	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-			
AM11	-	-	-	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	5	-		Арк.	
AM12	4	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-		Змн.	

																Арк.	
AM13	-	4	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-		
AM14	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2	-		
AM15	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-		
AM16	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4	-	-	-	-		
AM17	3	-	3	3	3	2	-	2	2	2	1	-	1	1	1		
AM18	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-		
AM19	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
AM20	3	-	3	3	3	2	-	2	2	2	5	-	5	5	5		
AM21	-	-	-	4	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-		
AM22	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-		
AM23	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	5	-	-	-		
AM24	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	2	-	-	-		
AM25	-	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-		Дата
AM26	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		Підпис
AT1	-	-	2	2	2	-	-	2	2	2	-	-	4	4	4		№ докум.
AT2	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-		
AT3	-	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	-	-	-		
AT4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	4	4	4		Арк.
AK1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0		Змн.

																Арк.		
AK2	2	-	2	2	2	1	-	1	1	1	0	-	0	0	0			
AD1	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	3	-	-	-	-			
AD2	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	1	-			
$\sum C_{ij}$	35	30	16	33	24	19	14	10	17	14	35	42	20	36	25			
$\sum A_{ij}$	16	15	9	17	9	16	15	9	17	9	16	15	9	17	9			
N _i	2,19	2	1,78	1,94	2,67	1,19	0,93	1,11	1	1,56	2,19	2,8	2,22	2,12	2,78			
																		Дата
																		Підпис
																		№ докум.
																		Арк.
																		Змн.

Визначення загальної потужності технологічних маршрутів

	A31	A32	A33	A34	A35	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15
M1	9	-	-	-	-	6	-	-	-	12	-	5	5	-	-	-	4	-	-	-
M2	-	7	-	-	-	-	4	-	-	-	9	5	-	7	-	-	-	4	-	6
M3	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M4	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-	5	-	-	3	13	-	-	8	-
M5	-	-	-	-	3	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M _{опт}	-	-	-	-	3	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

прод. Табл

AM16	AM17	AM18	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AT1	AT2	AT3	AT4	AK1	AK2	AD1	AD2	N _i
7	6	-	4	10	-	-	-	-	-	2	-	4	-	6	5	3	4	-	5,75
-	-	4	-	-	-	-	8	2	6	2	-	-	6	6	5	-	-	-	5,4
-	6	-	-	10	-	-	-	-	-	2	8	-	-	6	5	3	-	-	5,625
-	6	-	-	10	5	3	-	-	-	2	8	-	-	6	5	3	-	1	5,375
-	6	-	-	10	-	-	-	-	-	2	8	-	-	6	5	3	-	-	7,875
-	6	-	-	10	-	-	-	-	-	2	8	-	-	6	5	3	-	-	7,875

Дата

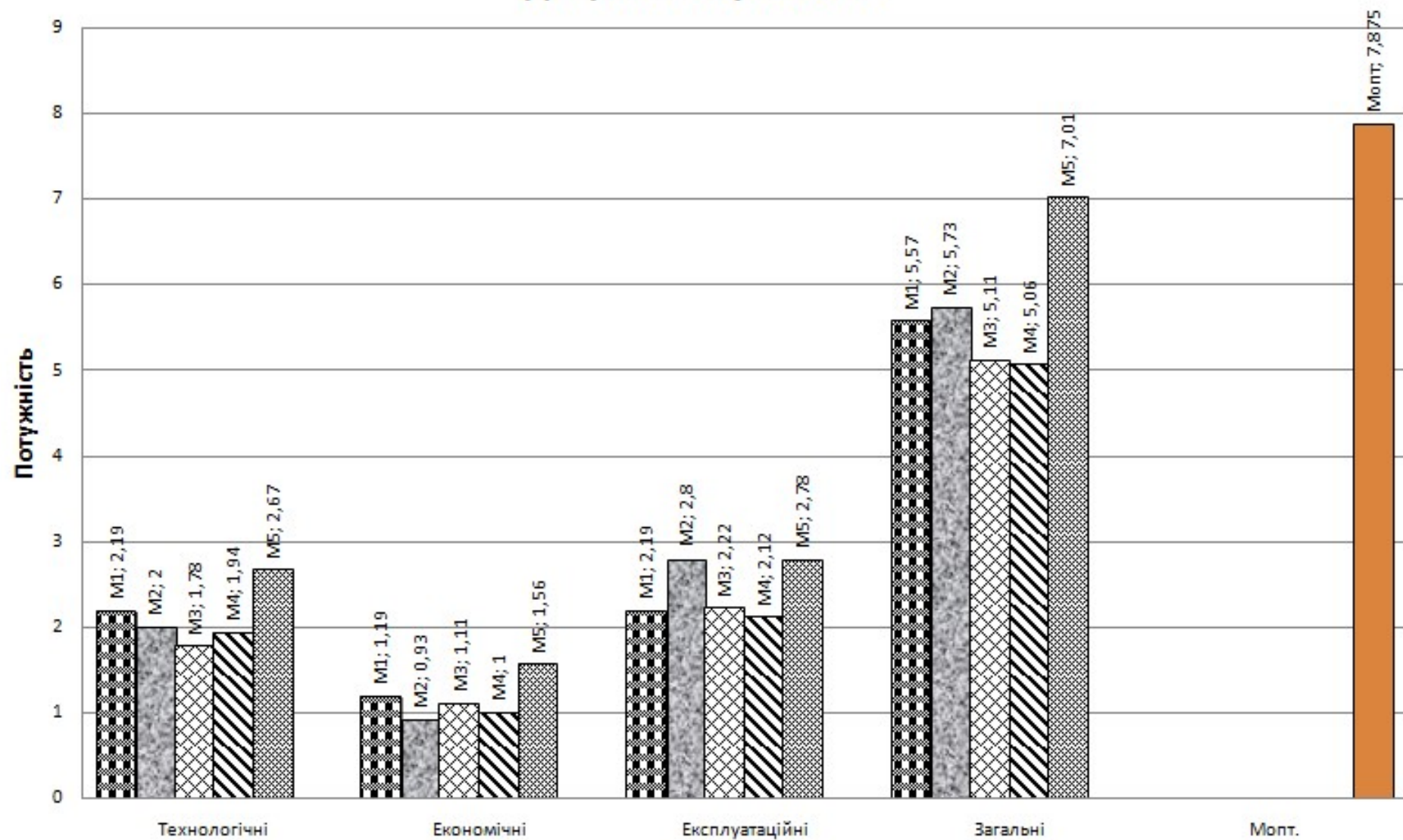
Підпис

№ докум.

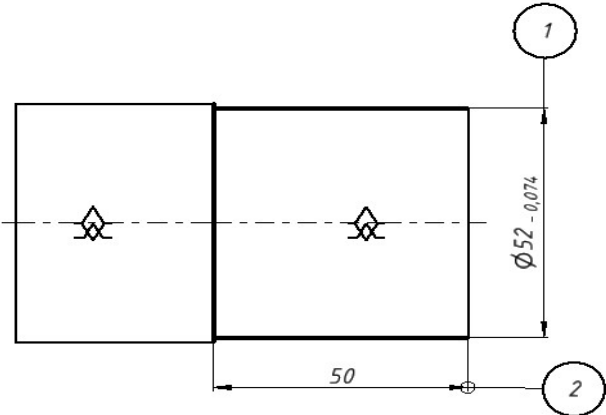
Арк.

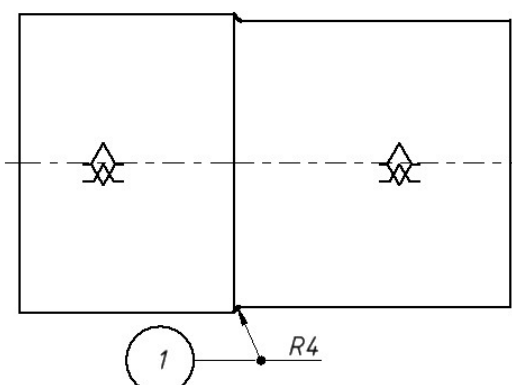
Змн.

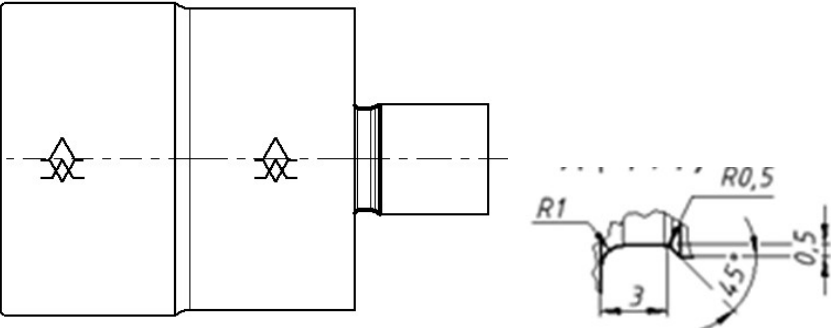
Діаграма потужностей

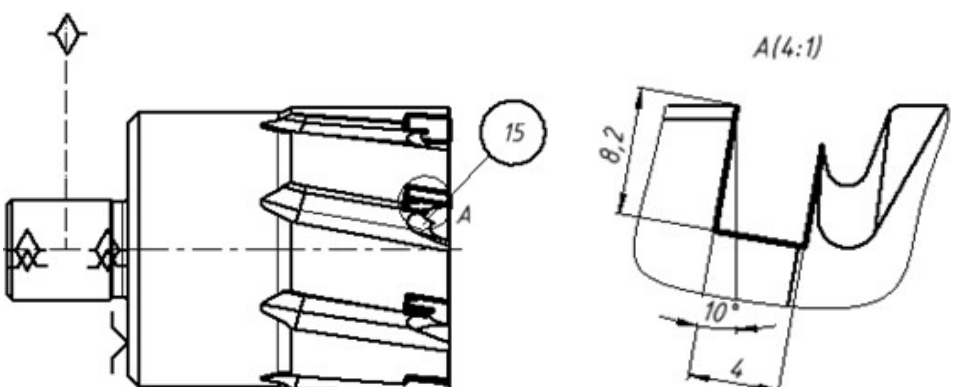


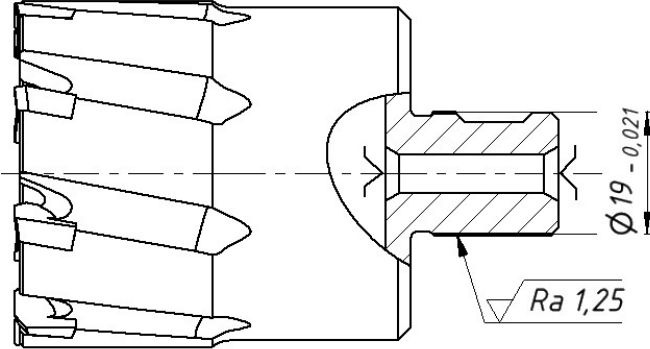
Додаток А (Операційні карти)

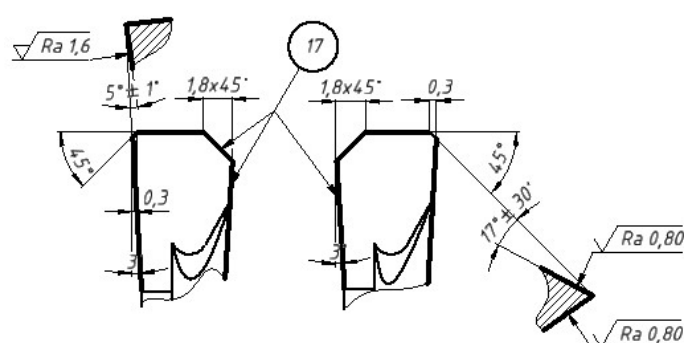
										1		1	
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.01.000ОК								
Перев.	Джулій Д. Ю.												
Н. контр.					Свердло корончате Ø55						035		
					Найменування операції				Матеріал				
					Токарна				9ХС ГОСТ5950-73				
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ		КОИД	
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми				
					Токарно-гвинторізний верстат 1К62								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР				
					0,5	0,2							
P				Пі	D або B	L	t	i	S	n	v		
001				мм	мм	мм	мм/об		об/хв		хв		
002	Патрон токарний трьохкулачковий самоцентрівний ГОСТ 2675-80												
003	Проточити в розміри (1) та (2)												
004	Різець прохідний ГОСТ 18880-73												
005					52	50	3	1	0,4	700	125		
T06													
07													
T08													
P09													
T10													

													1	1
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.01.000ОК									
Перев.	Джуглій Д. Ю.													
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55						045			
					Найменування операції				Матеріал					
					Токарна				9ХС ГОСТ5950-73					
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД		
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми					
					Токарно-гвинторізний верстат 1К62									
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР					
					0,01	0,2								
P				Пі	D або B	L	t	i	S	n	v			
001				мм	мм	мм	мм/об		об/хв	хв				
002	Патрон токарний трьохкулачковий самоцентрівний ГОСТ 2675-80													
003	Проточити в розміри (1) та (2)													
004	Різець фасонний													
005						1,5	1	0,05	600	102				
T06														
07														
T08														
P09														
T10														
OK														

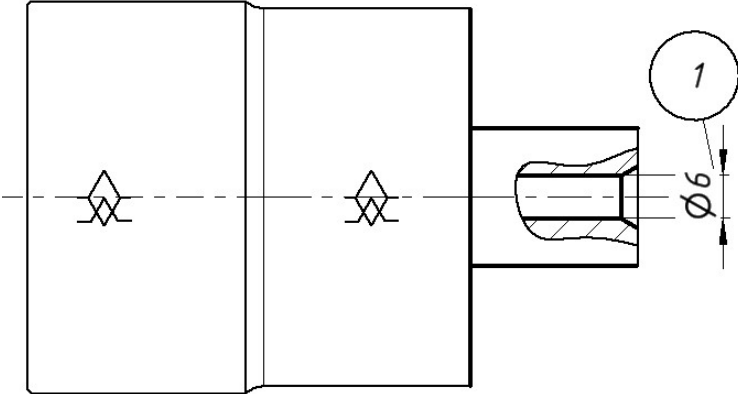
												1	1
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.01.000ОК								
Перев.	Джулій Д. Ю.												
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55						045		
					Найменування операції				Матеріал				
					Токарна				9ХС ГОСТ5950-73				
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД		
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми				
					Токарно-гвинторізний верстат 1К62								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР				
					0,01	0,2							
P				Пі	D або B	L	t	i	S	n	v		
001					мм	мм	мм		мм/об	об/хв	хв		
002	Патрон токарний трьохкулачковий самоцентрівний ГОСТ 2675-80												
003	Точити канавку												
004	Різець фасонний												
005							0,5	1	0,4	1600	93,5		
T06													
07													
T08													
P09													
T10													
OK													

												1	1
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.02.000ОК								
Перев.	Джулій Д. Ю.												
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55						055		
					Найменування операції				Матеріал				
					Фрезерна				9ХС ГОСТ5950-73				
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД		
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми				
					INTEGREX i-400ST								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР				
0,01	0,2												
P			Пі	D або B	L	t	i	S	n	v			
001				мм	мм	мм		мм/зуб	об/хв	хв			
002	Цанговий затискач												
003	Фрезерувати пази в розмірі 15												
004	Дискова фреза												
005						9	1	0,15	900	178			
T06													
07													
T08													
P09													
T10													
OK													

												1	1
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.03.000ОК								
Перев.	Джулій Д. Ю.												
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55								080
					Найменування операції				Матеріал				
					Круглошліфувальна				9ХС ГОСТ5950-73				
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ		КОИД	
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми				
					3e12								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР				
					0,01	0,2							
P				Пі	D або B	L	t	i	S	n	v		
001					мм	мм	мм		мм/подв. хід	об/хв	м/с		
002	Центра шліфувальні												
003	Шліфувати хвостовик в розмір												
004	Шліфувальний круг ПП 350x40x127 24А 16-П СМІ 7 КВ8, 516 АІ												
005					19	18,5	0,1	1	0,01	900	30		
T06													
07													
T08													
P09													
T10													
OK													

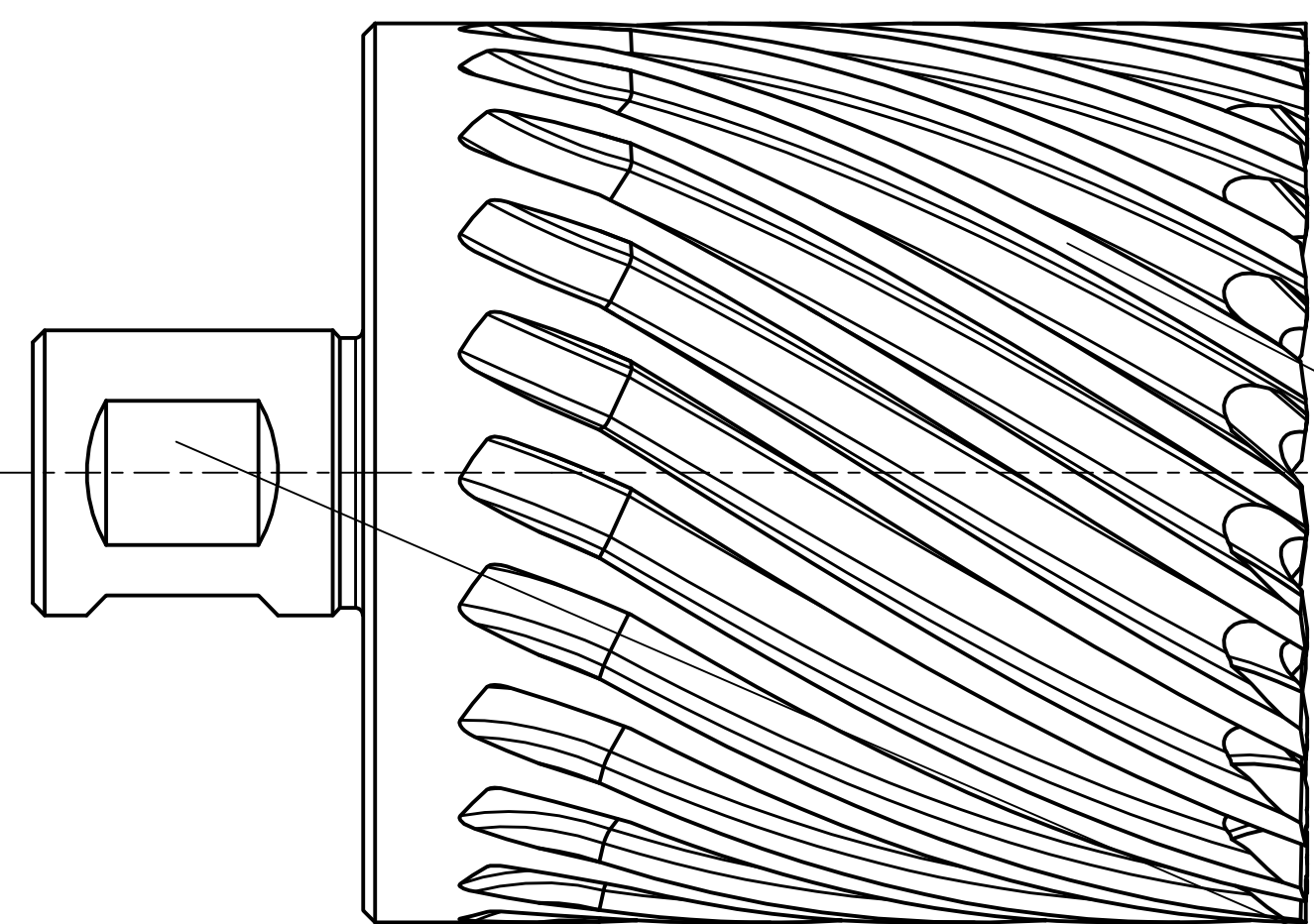
												1	1
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.03.000ОК								
Перев.	Джуні Д. Ю.												
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55						085		
<p>Суміжні зуби</p> 					Найменування операції			Матеріал					
					Заточна			9ХС ГОСТ5950-73					
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри		МЗ	КОИД		
					Обладнання, пристрій ЧПК			Позначення програми					
					NU5A COMPACT SCAN								
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР				
P		Пі	D або B	L	t	i	S	n	vк				
001				мм	мм	мм	мм/подв. хід	об/хв	м/с				
002	Цанговий затиск												
003	Заточувати по заднім поверхням												
004	Шліфувальна головка AW 13x20x8 12A2 45 M2-01												
005						1	0,01		15				
T06													
07													
T08													
P09													
T10													
OK													

													1	1	
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.01.000ОК										
Перев.	Джукій Д. Ю.														
Н. контр.					Свердло корончатє Ø55						045				
					Найменування операції				Матеріал						
					Токарна				9ХС ГОСТ5950-73						
					Твердість		ЕВ	МД		Профіль і розміри		МЗ		КОИД	
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми						
					Токарно-гвинторізний верстат 1К62										
					То		Тв		Тп.з.		Тшт.		МОР		
					1,64		0,2								
P					Пі	D або B		L		t	i	S	n	v	
001						мм		мм		мм		мм/об		об/хв	
002	Патрон токарний трьохкулачковий самоцентрівний ГОСТ 2675-80														
003	Проточити в розміри (1) та (2)														
004	Різець прохідний ГОСТ 18880-73														
005						19	23	16,5	1	0,4	700	115,7			
T06															
07															
T08															
P09															
T10															
OK															

												1	1		
Розроб.	Коцун Ю. В.				ДП. МІ5106.01.000ОК										
Перев.	Джулій Д. Ю.														
Н. контр.					Свердло корончате Ø55										045
					Найменування операції				Матеріал						
					Токарна				9ХС ГОСТ5950-73						
					Твердість	ЕВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД			
					Обладнання, пристрій ЧПК				Позначення програми						
					Токарно-гвинторізний верстат 1К62										
					То	Тв	Тп.з.	Тшт.	МОР						
					0,32	0,2									
P				Пі	D або B	L	t	i	S	n	v				
001					мм	мм	мм		мм/об	об/хв	хв				
002	Патрон токарний трьохкулачковий самоцентрівний ГОСТ 2675-80														
003	Свердлити розмір 1														
004	Свердло ГОСТ 10903-77														
005				6	23	3	1	0,11	710	17,8					
T06															
07															
T08															
P09															
T10															
OK															

Аналіз конструкції корончатих свердел

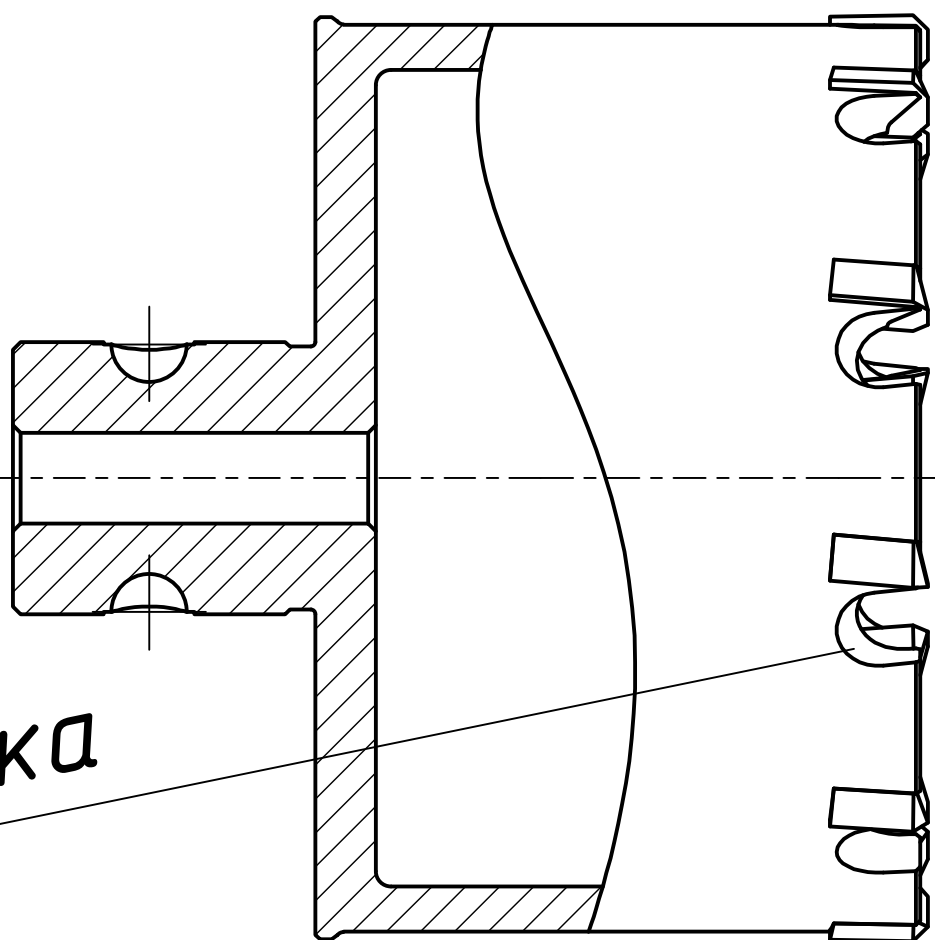
Свердло корончате фірми Ruko з хвостовиком Weldon



Стружковивідна канавка

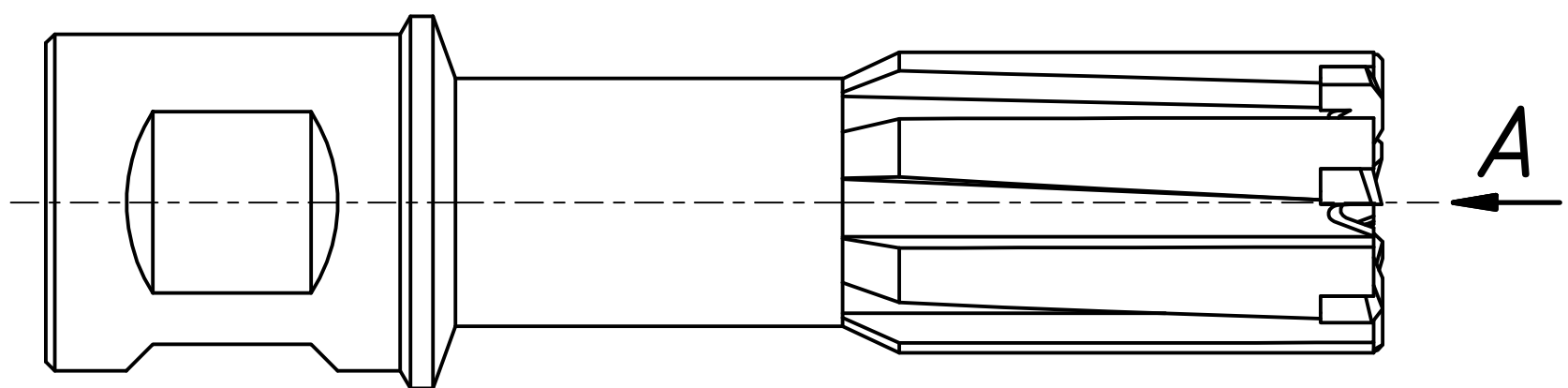
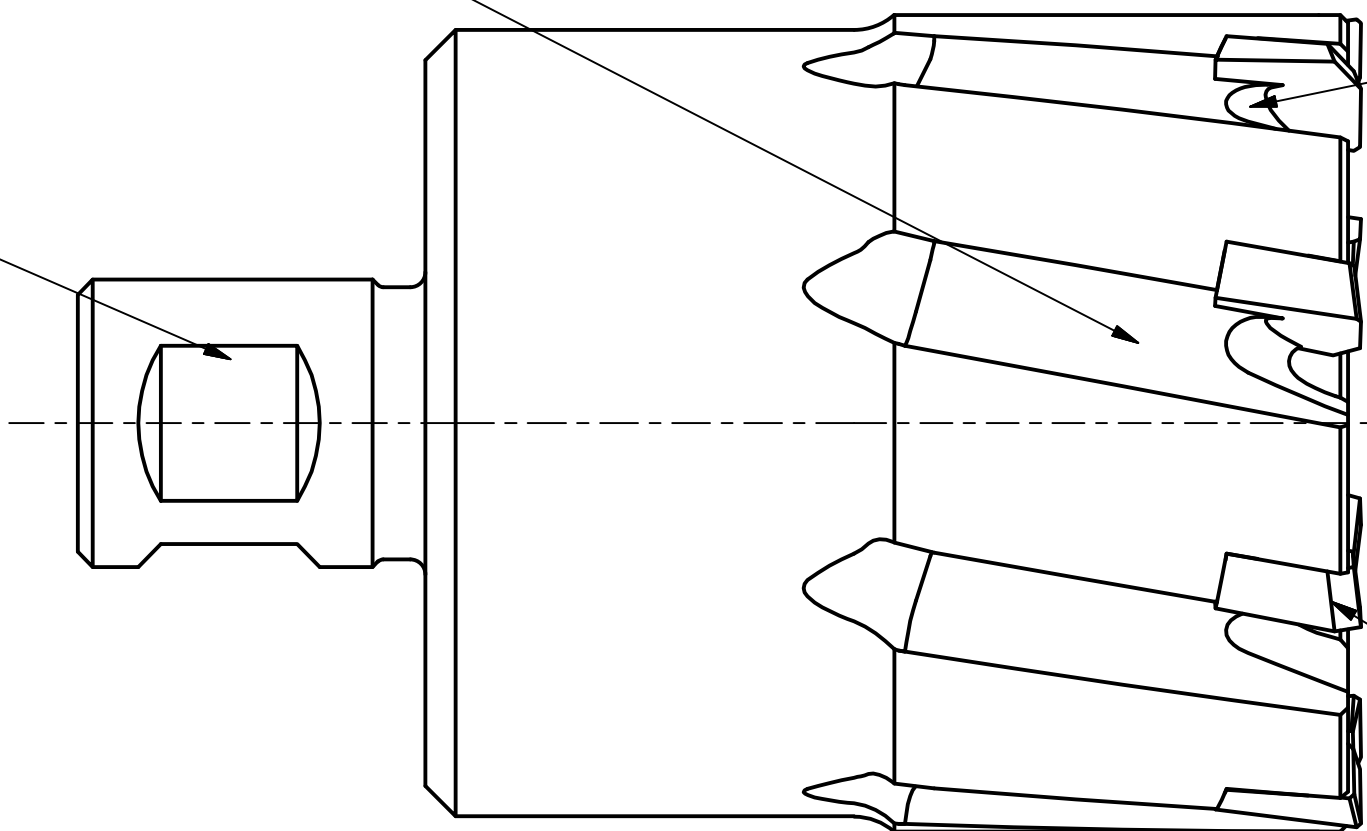
Луски

Корончате свердло фірми Fein з твердосплавними напайними платинами та хвостовиком QuickIN

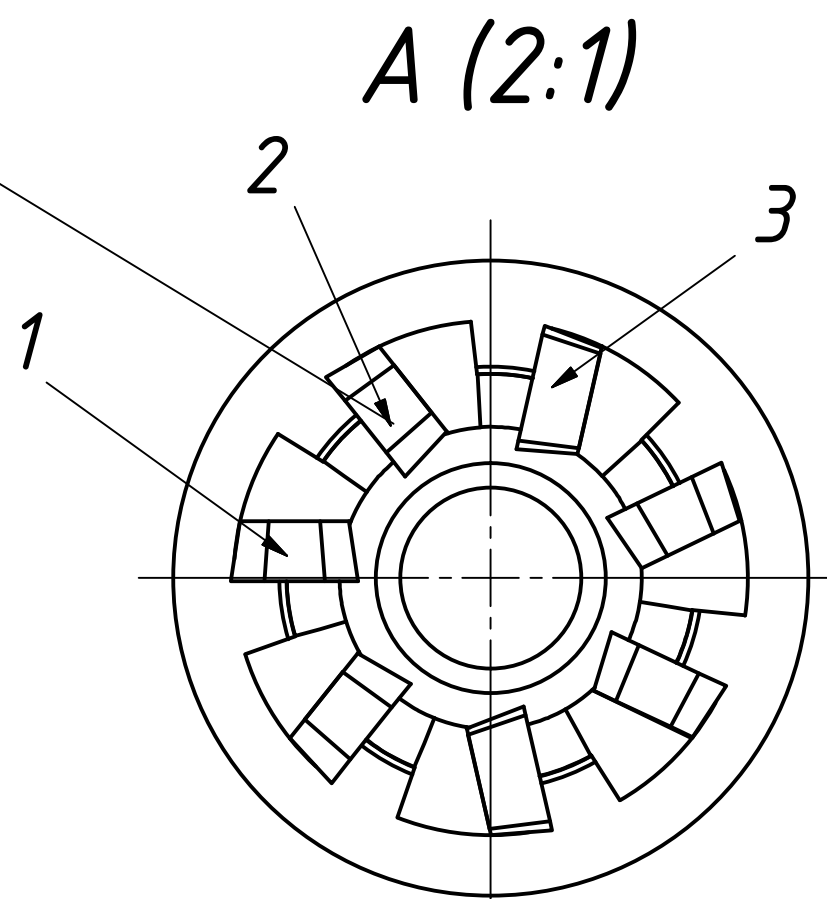


Перехідна канавка

Напайні пластини

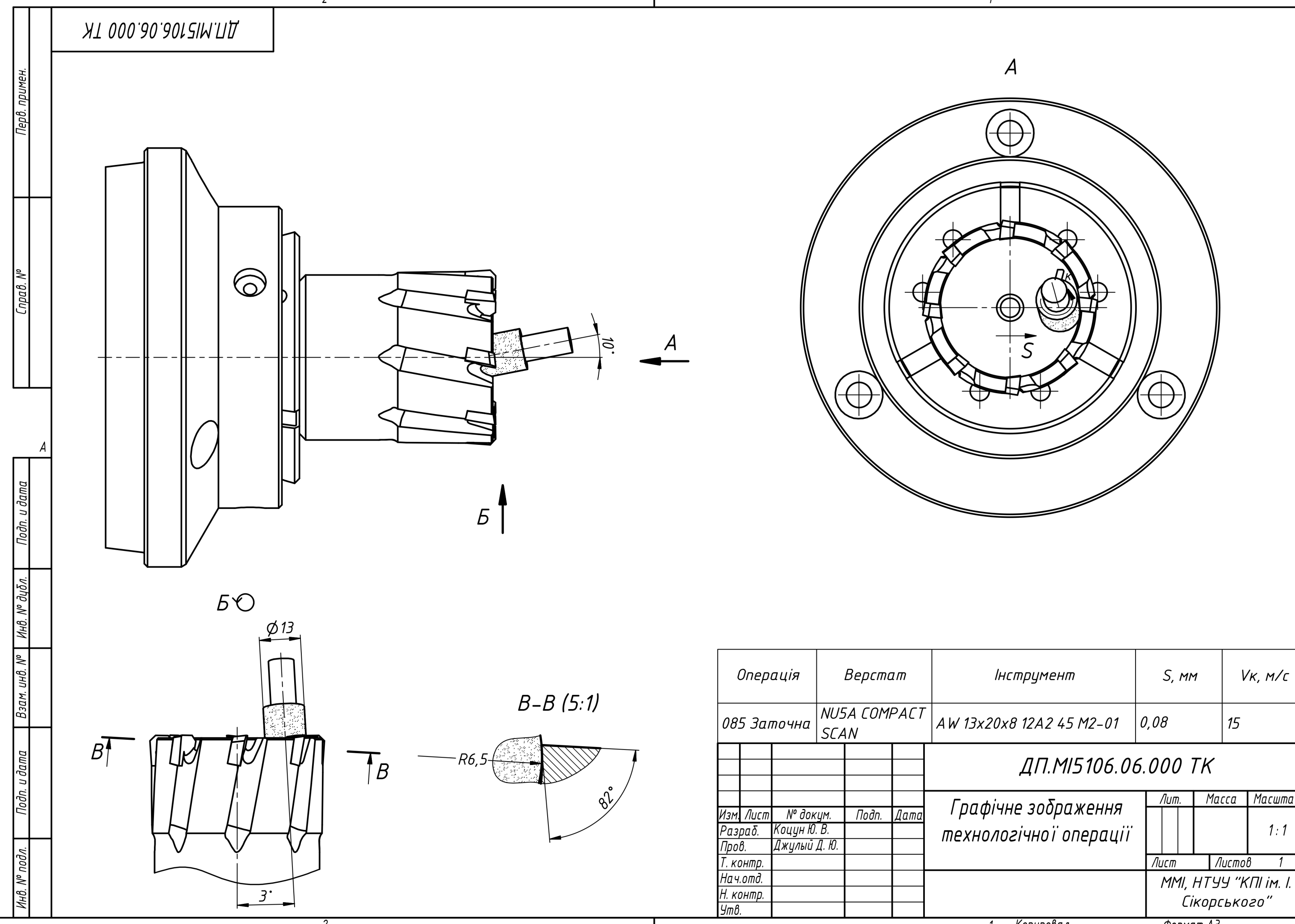
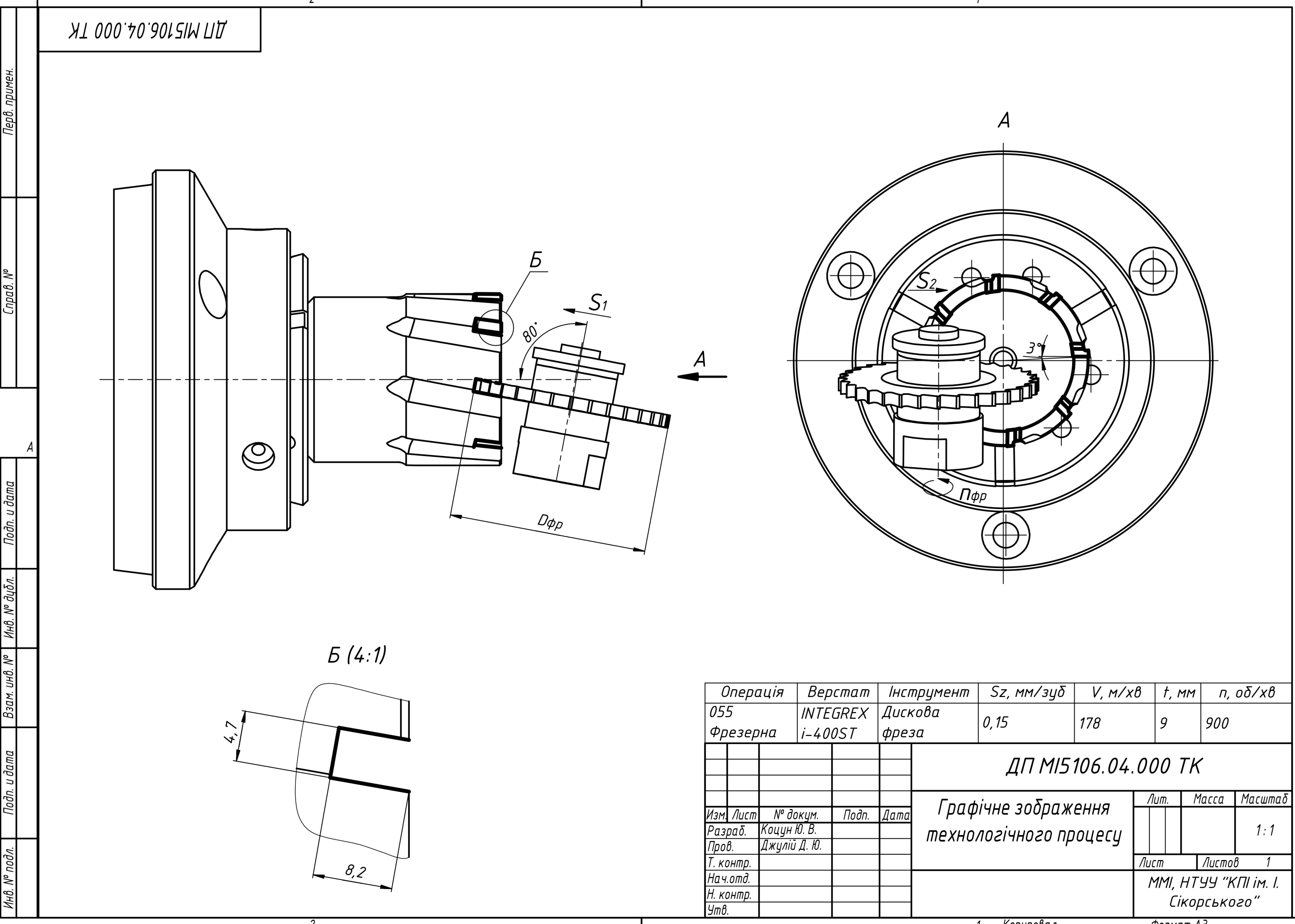
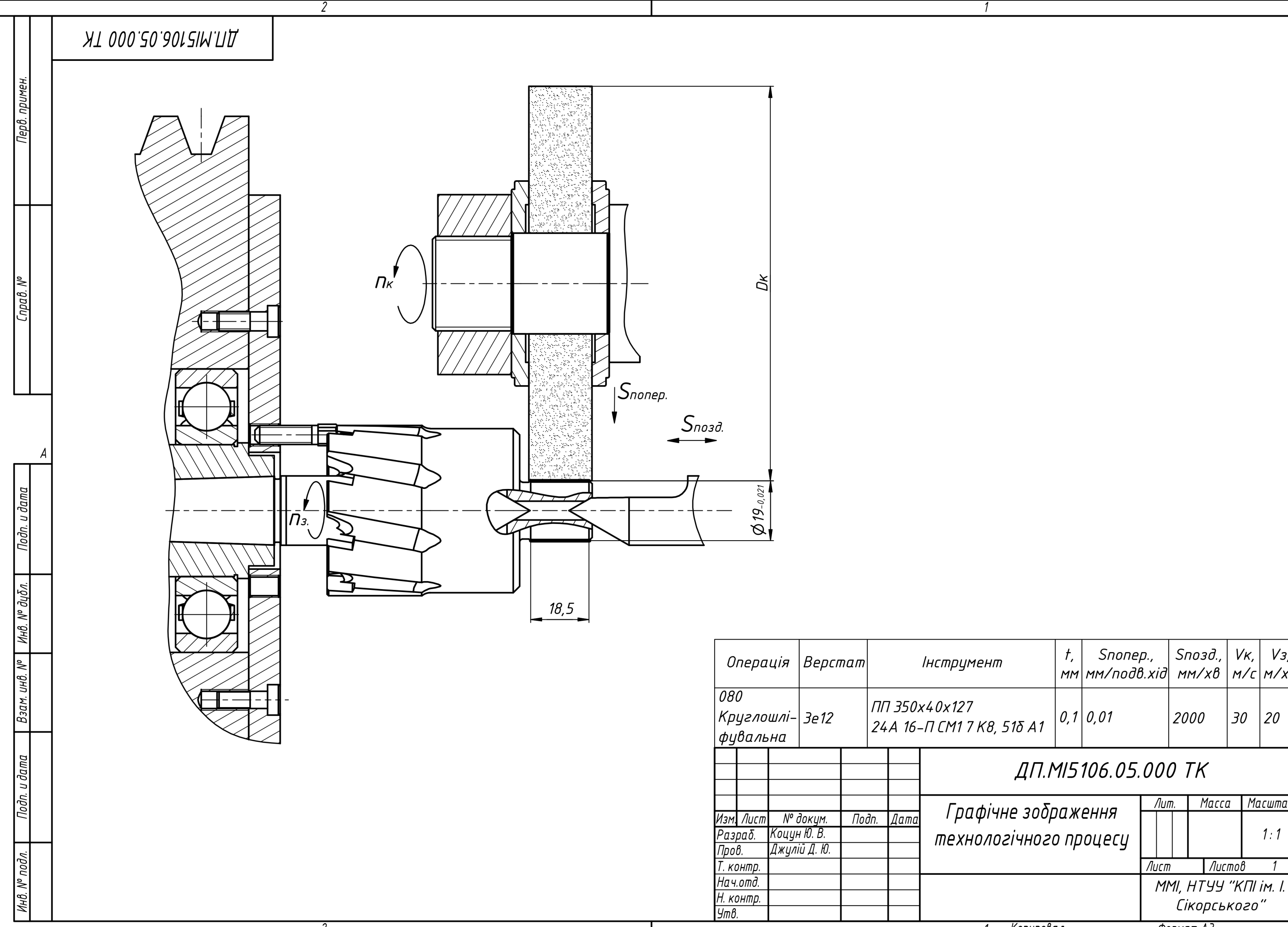
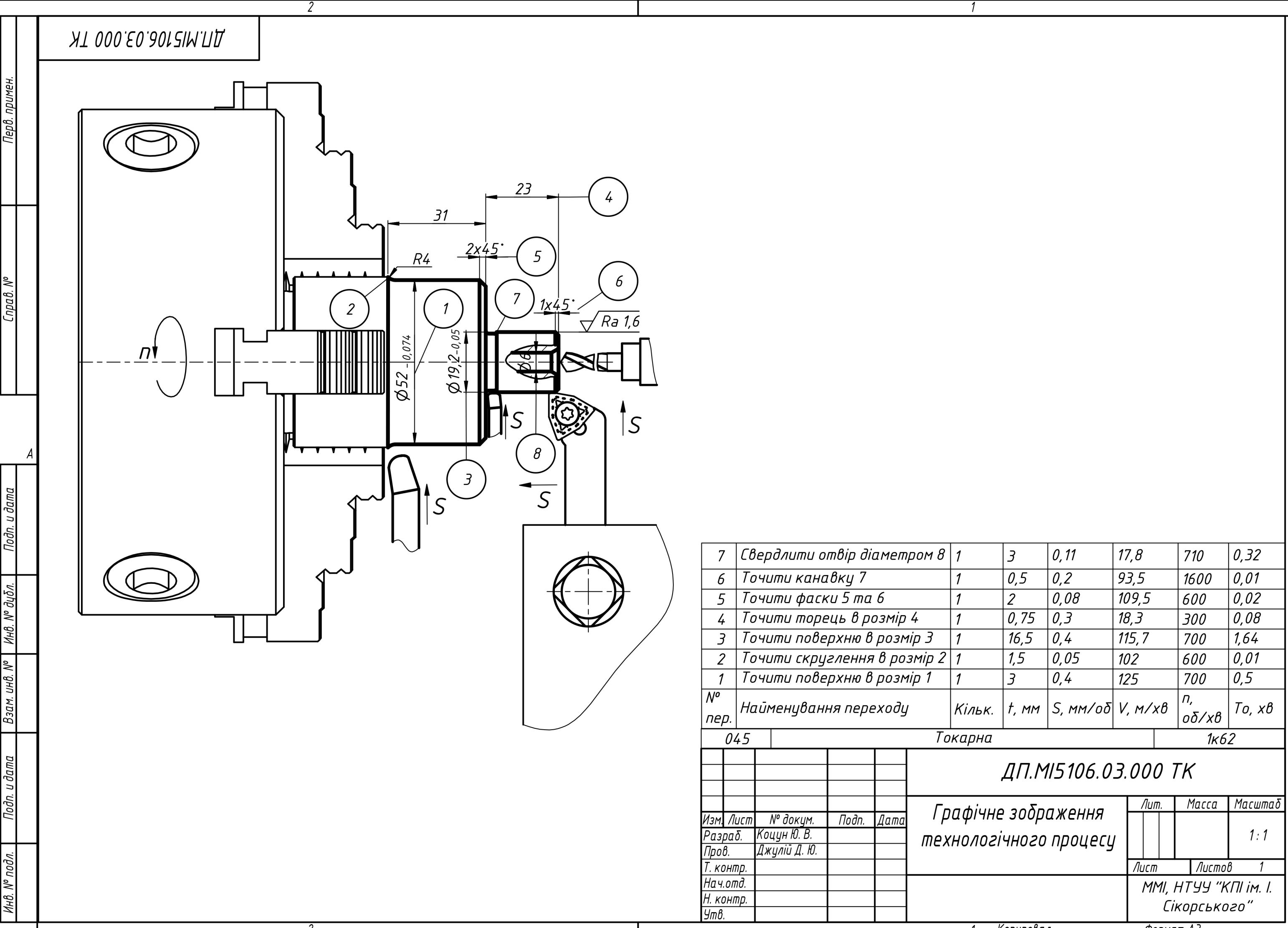


Рейкове корончате свердло фірми Karpasch



Групова схема зрізання припуску

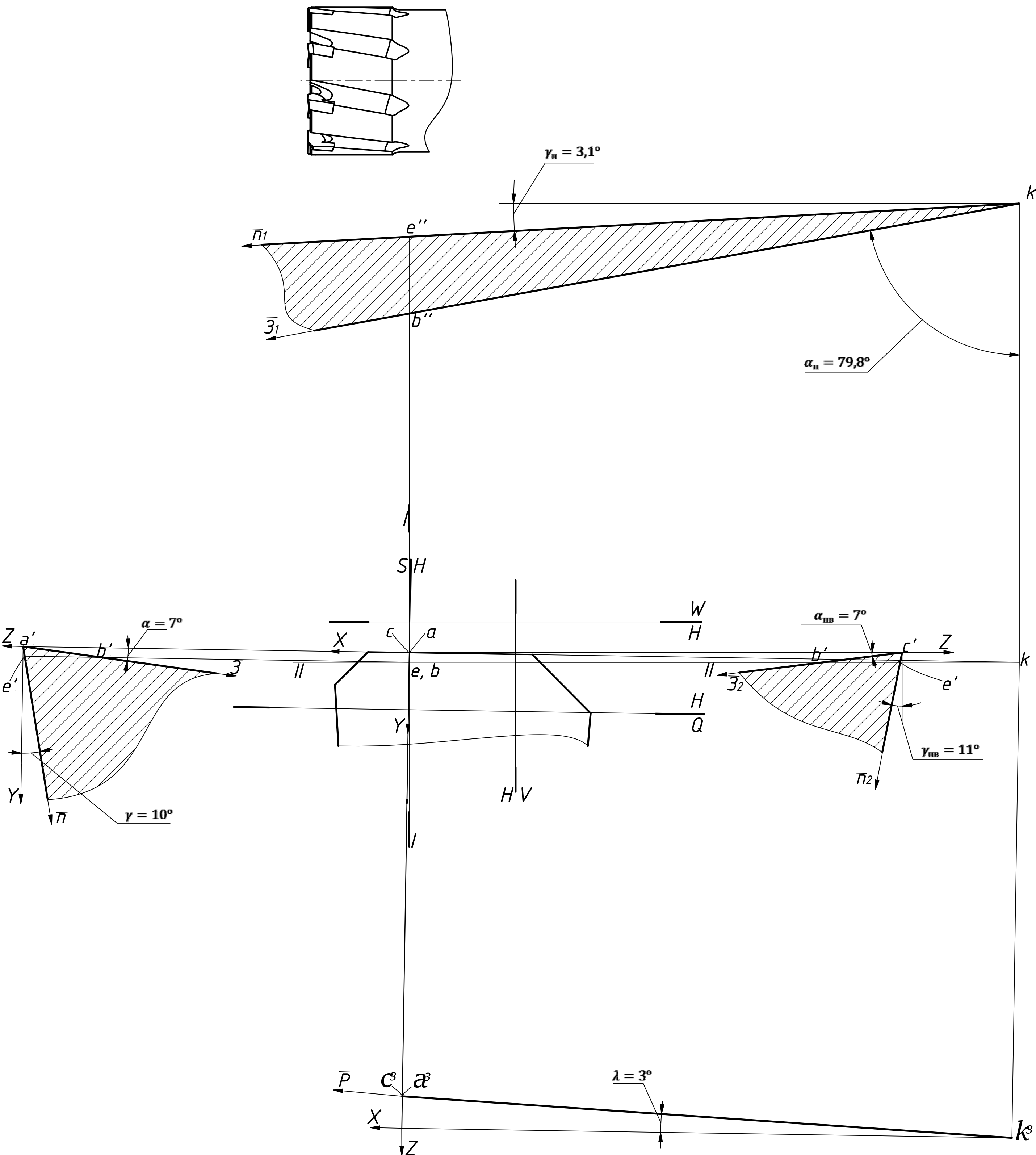
	Переваги	Недоліки
Свердло корончате фірми Ruko	<ul style="list-style-type: none">- Гарне стружковідведення- Широкий спектр оброблюваного матеріалу- Наявність каналу для підведення мастильно-охолоджувальної рідини (MOR)- Найбільш розповсюджений тип хвостовика	<ul style="list-style-type: none">- Складність виготовлення- Висока вартість
Свердло корончате фірми Fein	<ul style="list-style-type: none">- Низька собівартість інструменту- Зменшені витрати часу на встановлення за рахунок спеціального хвостовика- Наявність каналу для підведення MOR	<ul style="list-style-type: none">- Погане стружковідведення
Свердло корончате рейкове фірми Karpasch	<ul style="list-style-type: none">- Можливість свердління високоміцних матеріалів підвищеної твердості за рахунок напайних пластин із твердого сплаву або металокераміки- Задовільне стружковідведення- Найбільш розповсюджений тип хвостовика- Наявність каналу для підведення MOR	<ul style="list-style-type: none">- Висока вартість- Складність виготовлення



1 Копировал

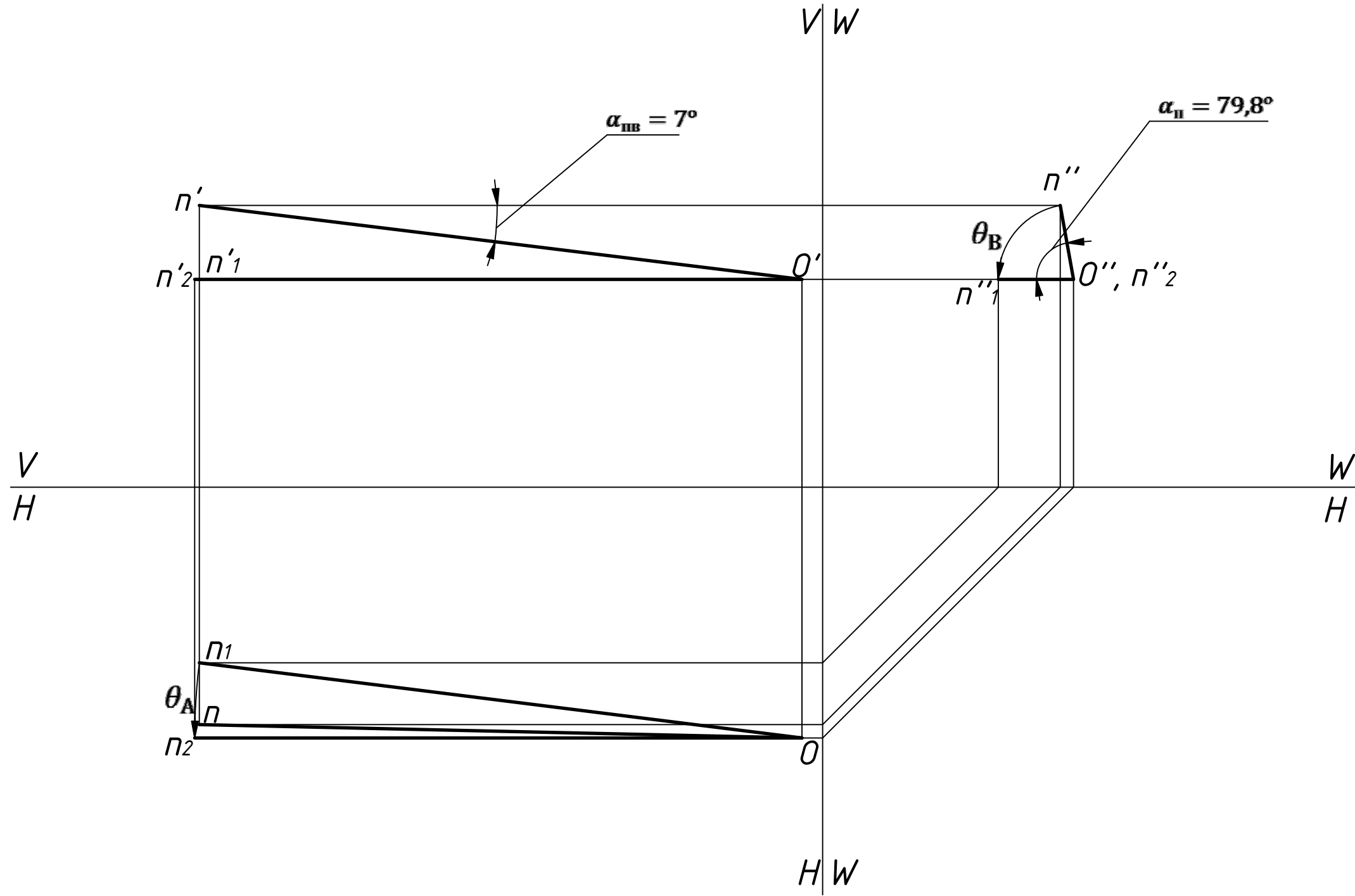
Визначення установчих параметрів для заточування інструменту

Графічний аналіз геометричних параметрів зуба фрези на головній різальній кромці

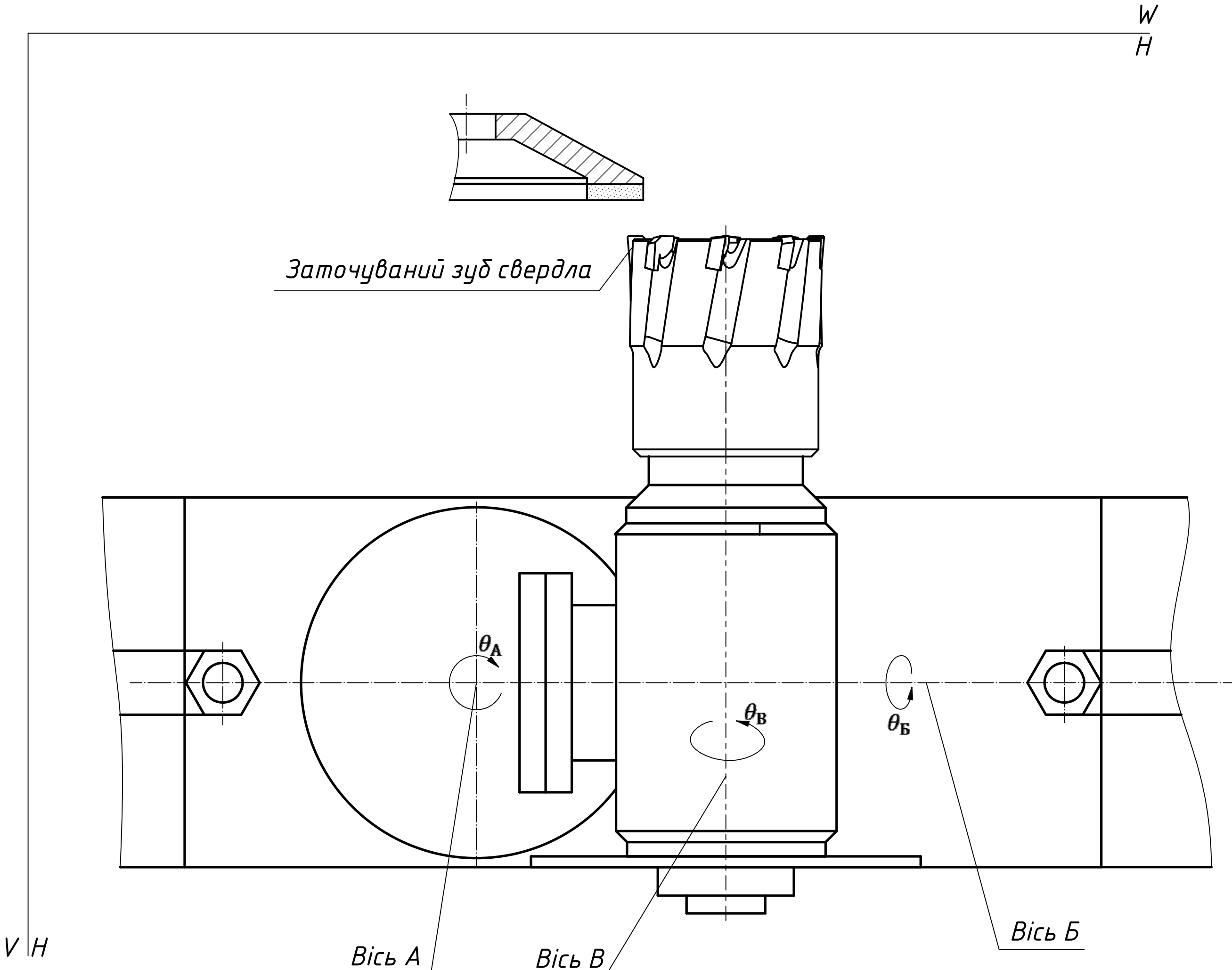


Заточувана площина	Позиційні кути	Поперечні кути
Передня	$tg\gamma_m = \cos\varphi \cdot tg\lambda + tg\gamma \cdot \sin\varphi$	$tg\gamma_n = \sin\varphi \cdot tg\lambda + tg\gamma \cdot \cos\varphi$
- графічно	$\gamma_m = 11^\circ$	$\gamma_n = 3,148^\circ$
- аналітично	$\gamma_m = 11^\circ$	$\gamma_n = 3,1^\circ$
Задня	$ctg\alpha_m = tg\lambda \cdot \cos\varphi + ctg\alpha \cdot \sin\varphi$	$ctg\alpha_n = tg\lambda \cdot \sin\varphi + ctg\alpha \cdot \cos\varphi$
- графічно	$\alpha_m = 7^\circ$	$\alpha_n = 79,8^\circ$
- аналітично	$\alpha_m = 7^\circ$	$\alpha_n = 79,796^\circ$

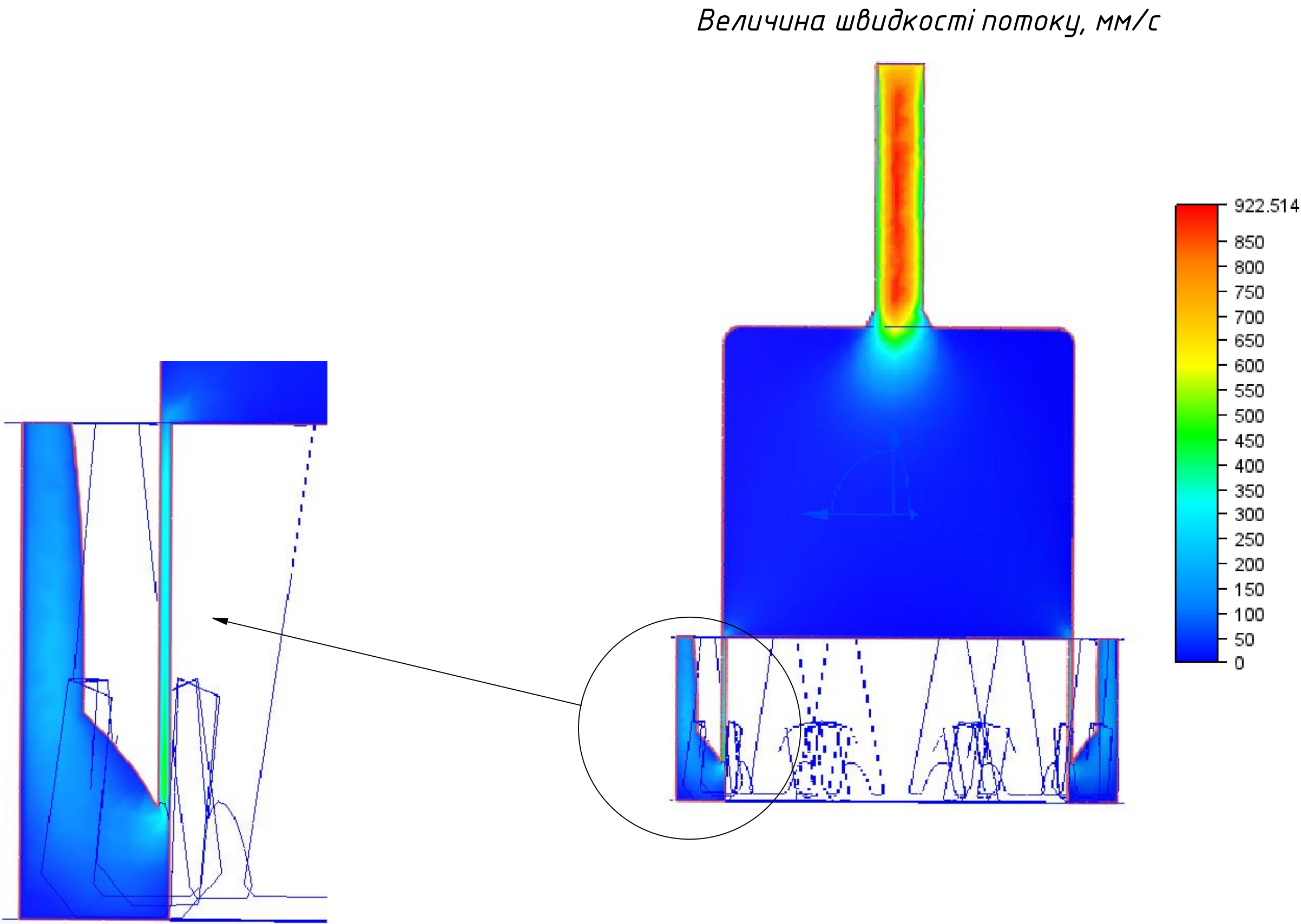
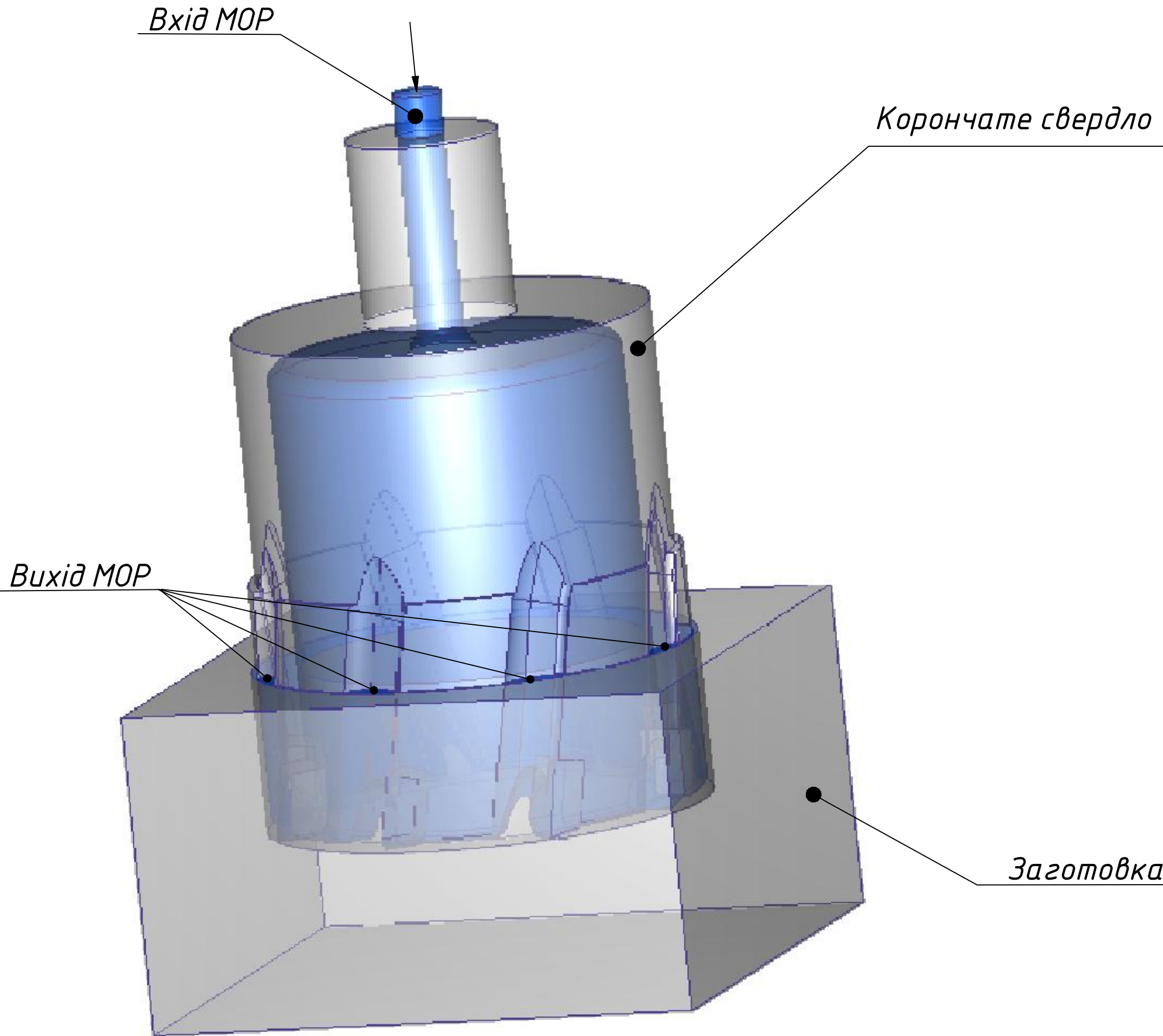
Розташування нормалі заточуваної площини



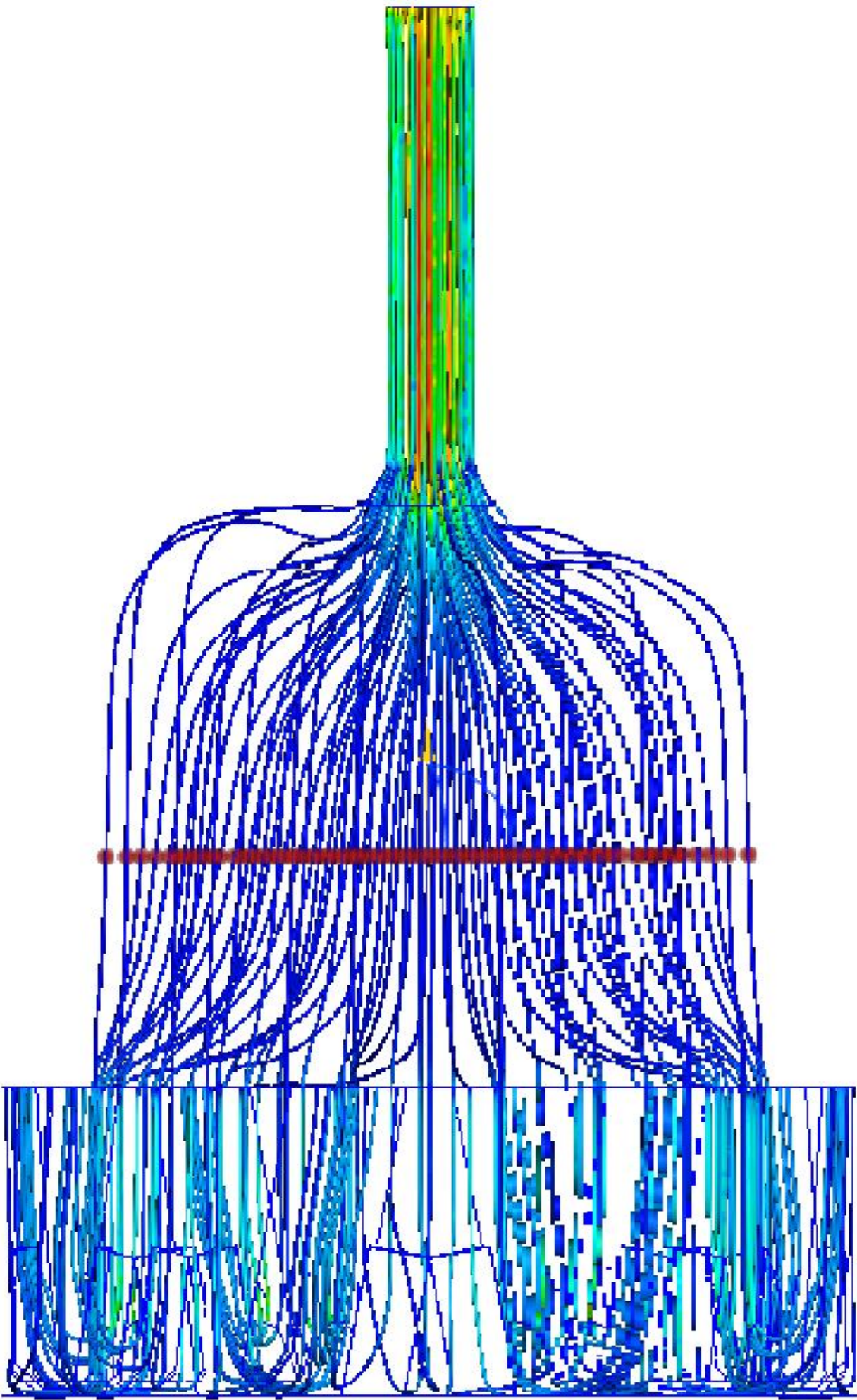
Початкове положення корончатого свердла при заточуванні головної задньої площини



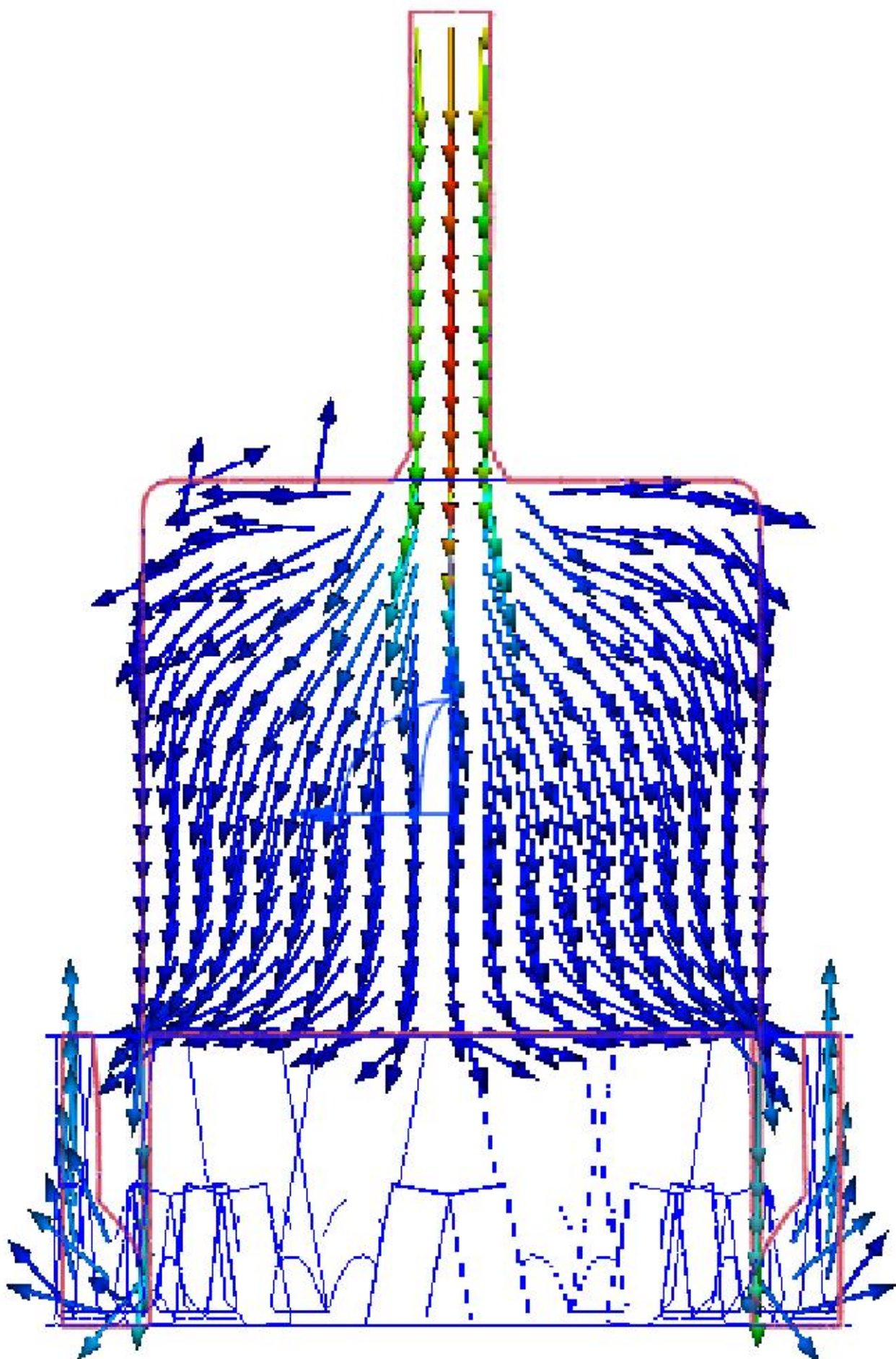
Аналіз потоку мастильно-охолоджувальної рідини (МОР)



Трасування потоку



Векторне представлення руху МОР



Постійний тиск, Па

